
دراسات علمية في
ترميم وصيانة الآثار غير العضوية
الدكتور محمد عبد الهادي
كلية الآثار
جامعة القاهرة



دراسات علمية

فى

ترميم وصيانة الآثار غير العضوية

الأستاذ الدكتور
محمد عبد الهادى محمد
استاذ ترميم وصيانة الآثار
قسم ترميم الآثار ـ كلية الآثار ـ جامعة القاهرة
وعميد معهد ترميم الآثار بالأقصر

الناشر
مكتبة زهراء الشرق
١١٦ شارع محمد فريد ـ القاهرة
ت : ٣٩٢٩١٩٢

رقم الإيداع ١١٧٠٢ / ٩٧
الترقيم الدولى
I.S.B.N
977 - 5789 - 65 - 6

الناشر
مكتبة زهراء الشرق
١١٦ شارع محمد فريد - القاهرة
ت - ٣٩٢٩١٩٢
فاكس - ٣٩٣٣٩٠٩

مطبعة العمرانية للأوفست
الجيزة ت: ٥٨١٧٥٥٠

بسم الله الرحمن الرحيم



إهداء

إلى دوحتى الوارفة التى أتنسم تحت ظلها الظليل

بنسائم الود والمحبة والإيثار .

إلى أروع ما أنعم الله به على من نعم

بعد نعمة الإيمان .

إلى أسرتى الكريمة .... زوجتى الوفية

وأبنائى الاعزاء أحمد وأشرف وأسماء

دكتور / محمد عبد الهادى محمد



مقدمة

ما من شك فى أن علم ترميم وصيانة الآثار أصبح يحظى بإهتمام الشعوب المتحضرة لأن هذا العلم بأيدلوجياته وتطبيقاته وبطرياته يهدف فى المقام الأول إلى الحفاظ على الدلائل المادية التى تكشف النقاب عن مراحل التطور الإنسانى كما أن علماء هذا المجال يسعون فى الوقت الحاضر إلى بلورة أهداف علم الترميم وتحديدها فى هدف واحد الا وحو الحفاظ على التراث الإنسانى أطول فترة ممكنة من الزمن حتى تسعد البشرية بتراثها وتتفاخر الاحيال على مر الزمن بعظمة الأجداد ودورهم الخلاق فى قهر الطبيعة الموحشة وتحويلها إلى مكان مشرق بأنوار الحضارة التى بذل الإنسان إرساء دعائمها جهودا مضنية .

ولا شك أن علم الترميم يختلف عن غيره من العلوم المعاصرة إذ نجح علماء الترميم فى عقد صلات وطيدة بينهم وبين علماء علوم شتى دون أن يفقد علم الترميم شخصيته بين هذه العلوم بل يمكن القول أن علم الترميم استفاد بالنتائج التى توصلت إليها هذه العلوم كما أن هذا العلم أفاد تلك العلوم بأن أفسح لها مجالا رحبا يجدد حيويتها وتبرز فيه شخصيتها فى ثوب جديد وقشيب .

ولا شك أن المتخصصين فى ميدان ترميم وصيانة التراث الإنسانى وكذلك الباحثين الأكاديميين فى هذا المجال الهام يدركون مدى حاجة المكتبة العربية إلى كتب وأبحاث علمية تناقش باللغة العربية القضايا العلمية المعقدة التى تشرح بأسلوب علمى مبسط دون أن يخل بالقيمة العلمية لتلك الأعمال العلمية مدى ما تتعرض له الآثار التى خلفتها البشرية عبر عصور التاريخ المختلفة وجهود المرممين والعلماء فى سبيل وضع منهج علمى وتطبيقى لتلافى مظاهر التلف فى تلك الآثار وحفظها وحمايتها من التأثيرات الضارة لعوامل وقوى التلف سواء

فى الحاضر أو المستقبل تحقيقاً لنظرية صيانة الآثار التى تهدف إلى حماية التراث الإنسانى من أسباب التلف أطول فترة ممكنة لكى تظل دوماً الوثائق المادية التى لا يتطرق أدنى شك إلى ما تمثله من قيم تاريخية وأثرية وفنية وجمالية ولكى تظل باعثاً على ما حققه الأجداد فى مجالات العمارة والفنون والعلوم المختلفة وحافزاً معنوياً للأجيال على مواصلة التطور والتقدم فى مضمار النبوغ الحضارى إن ما حفزنى إلى وضع هذا العمل العلمى بين أيديكم تحت عنوان : دراسات علمية فى ترميم وصيانة الآثار غير العضوية .. عدة اعتبارات لعل من أهمها : ضرورة أن يكون بين أيدى طلاب الفرقة الأولى بكلية الآثار عمل علمى يتناول مراحل تطور مجال ترميم وصيانة الآثار عبر عصور التاريخ المختلفة بالإضافة إلى شرح أسس ونظريات ترميم وصيانة بعض مواد الآثار غير العضوية ومنها الأحجار والفخار والمعادن .

وقد آثرت أن يضم هذا العمل العلمى أكبر قدر من المعلومات المسطة التى تشرح علاقة الأثر بما حوله من عوامل وقوى التلف المختلفة وما ينشأ عن هذه العلاقة من تفاعلات فيزيائية وكيميائية ينتج عنها فى النهاية مظاهر تلف متعددة ظاهرة أو باطنة فى مادة الأثر ثم انتقلت بعد ذلك إلى شرح أهم أساليب العلاج والصيانة التى يستخدمها المرممون فى سبيل تخلص الأثر من مظاهر التلف المختلفة مستعينين فى ذلك بالوسائل الميكانيكية والمواد الكيميائية المختلفة التى تعيد للأثر قوته الميكانيكية التى فقدها نتيجة تعرضه باستمرار لهجوم عوامل وقوى التلف المختلفة .

إن كثيراً من المفاهيم العلمية التى سجلتها فى هذا الكتاب إنما قمت بتدريسها لطلاب قسم الترميم بكلية الآثار .. جامعة القاهرة فى مراحل الدراسة المختلفة والبعض الآخر من تلك المفاهيم إنما استقيتها من الأعمال العلمية التى

كتبها علماء ترميم وصيانة الآثار المصرية والأجانب ولا شك أن هذه المفاهيم العلمية قد خدمت هذا العمل العلمي وزادت من ثرائه علمياً وفنياً .

إن من يتصفح هذا الكتاب يجد أن مجال ترميم وصيانة الآثار والمقتنيات الفنية قد مر بمرحلتين أساسيتين ـ المرحلة الأولى التى شهدت اهتمام الإنسان منذ القدم بحماية وصيانة مقتنياته ومنزله ومكان عبادته كلما تعرضت للتلف من جراء العوامل الطبيعية المتلفة وهذه المرحلة يسميها علماء ترميم وصيانة الآثار .. مرحلة التطور التاريخى لترميم وصيانة الآثار .

أما المرحلة الثانية فقد بدأت مع مطلع القرن التاسع حيث شهد مجال ترميم وصيانة الآثار تطوراً بعيداً إذا ما قورن بتلك العمليات البسيطة التى مارسها المرممون فى الماضى فى سبيل ترميم وصيانة المقتنيات والمبانى القديمة .

وقد أدى إلى تطور مجال ترميم وصيانة الآثار عدة أسباب نذكر منها ما يلى :

(١) تقدم علوم الجيولوجيا والكيمياء التى استفاد المرممون من نتائجها العلمية فى فهم طبيعة المادة الأثرية وما طرأ عليها من مظاهر تلف مختلفة نتيجة تأثرها بعوامل التلف الفيزيوكيميائية والبيولوجية .

(٢) ظهور بعض المواد الكيميائية الصناعية مثل خلات الفينيل وبعض الأكريلات التى وظفها المرممون فى عمليات تقوية البنية الداخلية للمادة الأثرية التى تعرضت للتلف الشديد من جراء تأثير عوامل التلف المختلفة بالإضافة إلى استخدام بعض المذيبات العضوية فى عمليات التنظيف وتحسين بعض الخواص التى تتمتع بها بعض المواد الكيميائية العضوية الطبيعية وتوظيفها فى مجالات العلاج المختلفة .

(٣) إهتمام المثقفين وعلماء الآثار والمؤرخين فى أوروبا بأمور الآثار وحرصهم

الدائم على دعوة المرممين الأكفاء للقيام بإجراء عمليات العلاج والصيانة حتى تظل مواد الآثار فى حالة جيدة تسمح بتداولها وإقتنائها وعرضها فى المعارض المختلفة

(٤) ظهور بعض مراكز الترميم فى بعض الدول الأوروبية مثل المانيا وانجلترا وفرنسا وبلجيكا وإيطاليا التى اهتمت بصيانة وترميم التراث الأوروبى بناء على أسس علمية وفنية تحفظ للأثر قيمته التاريخية والفنية والجمالية .

ويقوم المنهج العلمى لهذا الكتاب على تقسيمه إلى ثمانية أبواب رئيسية يمكن الإشارة إلى محتوياتها العلمية فيما يلى :-

(١) الباب الأول :

يحتوى هذا الباب على دراسة تاريخية للمراحل التى مرت بها عمليات الترميم فى الماضى وخاصة محاولات المصريين القدماء واليونانيين والرومان والأوروبيين فى العصور الوسطى فى سبيل ترميم تراثهم المتنوع وسوف يلمس القارىء مدى الصعوبات البالغة التى يواجهها الباحثون فى تتبع مراحل تطور عمليات الترميم والصيانة لأن المرممين فى الماضى كانوا يعتبرون عمليات ترميم واالصيانة سراً من أسرار المهنة التى لا يجوز البوح بخفاياها حتى لا تتعرض للشيوع والممارسة من قبل مرممين آخرين ولهذا نجد أن تلك العمليات لم تسجل تسجيلاً علمياً يكشف عن الطرق التى اتبعها المرممون فى الماضى فى ترميم المقتنيات الأثرية والفنية .

بالإضافة إلى المواد الكيميائية المختلفة التى استخدموها .

ونظراً للتجاوزات التى قام بها المرممون فى سبيل أن تكون المقتنيات الأثرية أو الفنية التى قاموا بترميمها فى أجمل صوره فقد تعرضت تلك التحف للتلف وضياع المعالم والقيم الفنية والتاريخية التى تميزت بها عبر عصور التاريخ المختلفة الأمر الذى جعل كثيراً من مؤرخى الفنون والعمارة ينادون بإيقاف تلك العمليات

وتحجيم تجاوزات المرممين من أجل الحفاظ على التراث الأوروبى من التشويه والتلف.

كما يتناول هذا الباب تطور العلاج الكيميائى للآثار ونشأة معاهد ومراكز الترميم الدول الدولية وما صاحب ذلك من عقد المؤتمرات الدولية وتبادل الدوريات العلمية التى تناقش قضايا ترميم وصيانة الآثار بأسلوب علمى وفنى سليم لم يكن مألوفًا فى الماضى .

الباب الثانى :

يتناول هذا الباب دراسة الآثار الحجرية وتوضيح الأسس والنظريات الجيولوجية التى تفسر الظروف البيئية التى نشأت فيها مجموعات الصخور الثلاثة النارية والمتحولة والرسوبية وتأثير ذلك على مكوناتها المعدنية وخصائصها الفزيوكيميائية .

كما يناقش هذا الباب أهم محاجر الحجر الجيرى والرملى التى لعبت دوراً هاماً فى أغراض البناء المختلفة خلال العصور الفرعونية واليونانية والرمانية والقبطية والإسلامة بالإضافة إلى مناقشة أهم ما تتميز به هذه الأحجار من خصائص فيزيائية وكيميائية وتأثيرها على قدرة الأحجار فى مقاومة عوامل التلف المختلفة وتحكمها فى أساليب ومواد العلاج التى يتبعها المرممون .

كما يضم هذا الباب دراسة مختصرة عن أهم عوامل وقوى التلف الفيزيوكيميائية والبيولوجية والبشرية التى تسبت فى تلف الأحجار الأثرية .

الباب الثالث :

يحتوى هذا الباب على دراسة لأهم المعادن التى استخدمها المصريون القدماء فى صناعة أدواتهم المعدنية المختلفة وخاصة النحاس والبرنز حيث أن النحاس شاع استخدامه فى صناعة الأدوات المعدنية النحاسية فى مصر الفرعونية بينما شاع استخدام البرونز فى صناعة الأدوات المعدنيـة فـى العصور الفرعونية والإسلامية المختلفة .

كما يضم هذا الباب دراسة عن طرق تصسيع هذين المعدنين وأهم الحامات المعدنية التى تدحل فى عمليات التصنيع بالإضافة إلى الإشارة لأهم عوامل التلف التى تتسبب فى تلف الآثار المعدنية وتدمير مكوناتها المعدنية وتحويلها إلى مكونات هشة فاقدة التماسك أو تغطى أسطحها الخارجية بطبقة من الصدأ التى يختلف سمكها حسب طبيعة المعدن وما يتعرض له من عوامل تلف مختلفة .

كما يضم هذا الباب دراسة لأهم الطرق والمواد الكيميائية التى يستخدمها المرممون فى سبيل المحافظة على الآثار المعدنية وحمايتها من أسباب التلف المختلفة فى الحاضر والمستقبل .

الباب الرابع :

خصص هذا الباب لدراسة صناعة الفخار والأوانى الفخارية المختلفة حيث تعتبر هذه الصناعة من أقيم أنواع الصناعات التى توصل إليها الإنسان البدائى .

ولا شك أن المصريين القدماء قد برعوا فى صناعة الأوانى الفخارية سواء بالتشكيل اليدوى أو باستخدام الدولاب أو العجلة التى تدار بالرجل . كما برع المصريون فى استخلاص الشوائب من الطفلة لكى تكون صالحة فى عمل الأودات والأوانى الفخارية .

ويناقش هذا الباب مراحل تصنيع الأوانى الفخارية وأهم أنواع الفحار وأهم أساليب ومواد التلوين التى اتبعت فى تزين السطح الخارجى للآنية الفخارية .

إن متاحفنا القومية والمتاحف العالمية تحتفظ بالعديد من الأوانى الفخارية التى صنعها المصريون القدماء ولونوها بألوان بديعة مما يشهد لهم بالريادة فى هذا المحال الفنى العريق .

ويحتوى هذا الباب على دراسة لأهم عوامل تلف الفخار وأهم الأساليب والمواد الكيميائية التى يستخدمها المرممون من أجل ترميم وصيانة الأوانى الفخارية المختلفة وحماية ألوانها من التلف وفقدان الإحساس بجمالها وبهائها .

الباب الخامس

ويتناول الفصل الخامس دراسة علاج وصيانة الأطلال الأثرية التى شيدت من الطوب اللبن وخاصة تلك الأطلال التى يعود تاريخها إلى العصور الفرعوية والأطلال التى شيدها الأقباط القدماء .

وتعتبر هذه الدراسة عملا علميا غير مسبوق وسنتبعها إن شاء الله بدراسات أخرى تؤكد أهمية المحافظة على هذه الأطلال التى تعتبر حلقة هامة من حلقات التطور المعمارى التى حققها المصريون عبر عصور التاريخ المختلفة لأن الطوب اللبن الذى استخدم فى تشييد هذه المبانى يعتبر من أولى مواد البناء التى قام بتصنيعها الإنسان من خامات متوفرة فى بيئته المحلية وقد حاول قدر استطاعته أن يحسن من خصائص هذا الطوب وذلك باضافة مواد عضوية وغير عضوية إلى مكوناته لكى يكون هذا الطوب صالحا لأغراض البناء ولكى يكون قادرا فى نفس الوقت على مقاومة عوامل التلف المختلفة كما أن تشييد المبانى بالطوب اللبن يمثل حلقة وسطى بين المنزل البدائيالذى أقامه الإنسان البدائى فى غابر الزمن من جذوع الأشجار وسيقان النباتات التى غطاها بطبقات من الطين وبين المنشآت التى شيدت بالأحجار التى تمثل قمة التطور فى تكنولوجيا البناء وقد اعترف التاريخ الإنسانى بفضل المصريين القدماء الذين أرسوا دعائم البناء بالأحجار فكانت حضارتهم المعمارية أكثر رسوخا واستقرار فى الأرض وشاهدة على نبوغهم فى هذا المضمار كما تناول الباحث فى هذا الباب أهم مكونات الطبيعة التى تدخل فى صناعة الطوب اللبن وخصائصها الفيزيوكيميائية وما تتعرض له هذه المكونات من عوامل وقوى متلفة تؤثر عليها تأثيرا ضارا وتحولها إلى مواد فاقدة لقوى التماسك ويتحول الطوب من جرائها إلى طوب هش وضعيف .

كما يضم هذا الباب دراسة هامة عنتطور العلاج الميكانيكى والكيميائى للمنشآت الطينية التى تعرضت للتلف ودور المتخصصين فى علاجها وصيانتها

والحفاظ على عناصرها المعمارية والزخرفية أطول فترة ممكنة من أجل أن تظل هذه المنشآت دليلا ماديا يؤكد عراقة الحضارات والدور الخلاق لبنى الإنسان فى جعل الحياة أكثر يسرا وجمالا .

الباب السادس :

ويضم الفصل السادس دراسة هامة عن دور التقنيات الحديثة فى خدمة مقتنيات المتاحف . فمما لا شك فيه أن كثيرا من تلك المقتنيات تتعرض للتلف من جراء التأثيرات الضارة لعوامل وقوى التلف المختلفة كما أن كثيرا من هذه المقتنيات تتعرض للتشويه والسرقات والتدمير بشتى العوامل والأسباب .

ومن هنا يمكن القول أم كثيرا من الأجهزة الحديثة قد ساعدت أمناء المتاحف والمرممين وكذلك رجال الأمن فى تلك المتاحف فى التعرف على خطورة العوامل المتلفة وتحديد مصادرها قبل أن تتفاقم المشكلات ويصبح من الصعب علاجها وتلافى مخاطرها كما أن كثيرا من الأجهزة الحديثة أصبحت تلعب دوراً هاماً فى تحديد مصادر الخطورة قبل أن تتسبب فى تلف المعروضات حتى يتمكن المتخصصون من درء أخطارها قبل أن تقع . كما يستعين رجال الأمن بالمتاحف بأحدث الأجهزة التى تعتبر بمثابة عيون لهم تعينهم فى تحديد من يقوم بأنواع السرقات أو التشويه حتى يتمكنوا من القبض عليه ولا شك أن التقنية الحديثة قد وفرت الظروف الملائمة المحددة داخل قاعات المتاحف بما يتلائم مع طبيعة المقتنيات وبحيث لا تؤثر هذه الظروف من حرارة ورطوبة على راحة الزوار . كما أن التقنية الحديثة لعبت دورا هاما فى عرض مقتنيات المتاحف بطريقة تبرز أهميتها التاريخية والفنية والجمالية حتى تجتذب أهتمام الزائرين على اختلاف أعمارهم ومشاربهم ومن هنا تصبح زيارة المتاحفلونا من ألوان المتعة الذهنية واشباع حاجة الإنسان للفن والجمال واذكاء الروح الوطنية وابراز عظمة الأجداد وعراقة التاريخ .

الباب السابع :

ويضم الفصل السابع دراسة هامة عن اتجاهات المدرسة المصرية والمدرسة الإيطالية فى ميدان ترميم المبانى الأثرية . وتكمن أهمية هذه الدراسة فى أنها توضح أهم السمات الفكرية المشتركة لدى علماء الترميم المصريين والإيطاليين إذ تبين للمؤلف من خلال تتبعه الدؤوب للدراسات والأبحاث التى قام بها هؤلاء العلماء أن هناك أرضا مشتركة يقفون عليها ومنهما علميا واضح الهدف لدى كل جانب عند تناولهم النظرية الترميم والصيانة بكل أبعادها وجوانبها المختلفة .

ذلك أن ترميم وصيانة الآثار من وجهة نظرهم ليست سوى برامج علمية مدروسة الخطوات تحقق فى النهاية الحفاظ على التراث الإنسانى أطول فترة ممكنة . وقبل وضع هذه البرامج موضوع التنفيذ فقد اتفق الجانبان على ضرورة التعرف على طبيعة مادة الأثر وما طرأ عليها من تغير فيزيوكيميائى نتيجة تأثرها بالعوامل والقوى المتلفة من أجل الوصول إلى أنسب طرق العلاج وأفضل المواد التى تستخدم لتحقيق هذا الهدف المنشود وتعتبر مقبرة نفرتارى بالأقصر التى يعود تاريخها إلى عصر الدولة الحديثة ومدرسة سنقر السعدى المملوكية وما فوقها من مسرح الدراويش « السمعحانة » وملحقاته الذى يعود تاريخه إلى العصر العثمانى من أهم المنشآت الأثرية التى تبرز معالم السمات الفكرية المشتركة لدى علماء ترميم الآثار المصريين والإيطاليين .

الباب الثامن :

ويتضمن دراسة وافية تتسم بالنظرية الشمولية عن تأثير الهزات الزلزالية على المبانى الأثرية إنطلاقا من الآثار الضارة والمدمرة التى أحدثها زلزال أكتوبر ١٩٩٢ الذى تسبب فى تصدع وانهيار كثير من العناصر المعمارية والزخرفية التى تتكون منها المنشآت القبطية والإسلامية بالقاهرة .

وتعتبر هده الدراسة من أولى الدراسات العلمية فى هذا المضمار الذى يحتاج إلى مزيد من الدراسات العلمية المكثفة التى توضح أخطار الهزات الأرضية على المبانى الأثرية خاصة وأن هذه الهزات تتسم بالديمومة ولا إنقطاع لها فهى تعد من الكوارث الطبيعية التى تهدد البيئة والحضارة الإسلامية فى شتى كل أنحاء العالم وخطورتها تكمن فى قوتها كما أنها تهاجم المنشآت فجأة وبذلك تقضى على عنصر الاتزان بين المنشآت والتربة الأمر الذى ينتهى فى النهاية إلى حدوث أضرار متفاوتة فى خطورتها وهناك عدة عوامل تتحكم فى حدة هذه الخطورة منها طبيعة المنشآت الأثرية وخصائصها الإنشائية وعلاقتها مع التربة وقوة الزلازل .

الدكتور

محمد عبد الهادى

الباب الأول
نشأة وتطور ترميم وصيانة الآثار



نشأة وتطور ترميم وصيانة الآثار

لا شك أن مجالات ترميم وصيانة الآثار أصبحت تستعين فى العصر الحديث بما توصل إليه العلماء من نتائج علمية هامة وأجهزة متقدمة فى ميادين علوم الكيمياء والفيزياء والجيولوجيا والعلوم الهندسية وغيرها من العلوم التجريبية التى تخدم بطريقة مباشرة أو غير مباشرة ميادين ترميم وصيانة الآثار .

ويمكن القول أن القرن العشرين قد شهد مولد علم جديد يخدم بطريقة مباشرة التراث الإنسانى المادى جنبا إلى جنب مع علوم التاريخ والآثار . ويتمثل هذا العلم فى « علم صيانة الآثار » الذى اكتملت شخصيته بعد أن خرج من طور التجارب الفنية واليدوية البسيطة التى كان يقوم بها المرممون فى الماضى من أجل إصلاح وعلاج ما قد تلف من الآثار والمقتنيات الفنية المختلفة وانتقل إلى مرحلة المشاهدة والبحث واستخلاص النتائج الهامة وصولا إلى أفضل الطرق والمواد الكيميائية التى يجب استخدامها فى علاج وصيانة الآثار التى تعرضت للتلف ، وتوفير الظروف الملائمة لحفظ وصيانة هذه الآثار بعيدا عن التلف ومصادره المختلفة .

ومع إنشاء المعاهد الأكاديمية المتخصصة فى تدريس علم صيانة وترميم الآثار وغيره من العلوم المساعدة وانتشار مراكز صيانة الآثار فى كثير من بلدان العالم المتقدمة مع مطلع القرن العشرين التى تهتم بالمحافظة على الآثار وحمايتها من تأثير عوامل التلف المختلفة تأكدت أهمية علم صيانة الآثار ودوره الفعال فى حماية الآثار القائمة منها خارج المتاحف أو المحفوظة داخل قاعات العرض بالمتاحف المختلفة .

وأصبحت الدراسات العلمية والتجارب الميدانية التطبيقية التى يقوم بها خبراء صيانة الآثار فى شتى مراكز ومعاهد صيانة الآثار الدولية هى المعين الذى يطور علم صيانة الآثار ويمده بالحيوية ويؤكد شخصيته بين العلوم الإنسانية والتجريبية الأخرى.

إن هذه الدراسات التى بين أيدينا التى تتبع مراحل تطور ترميم وصيانة الآثار بداء من المحاولات الأولى البسيطة التى كان يقوم بها المرممون والفنانون فى الماضى

سبيل المحافظة على الآثار والمقتنيات الفنية المختلفة ووصولا إلى المراحل المتقدمة التى يستخدم فيها المتخصصون فى صيانة الآثار طرقا ومواد كيميائية حديثة فى سبيل علاج وصيانة الآثار من التلف فى العصر الحديث .

والواقع أن هذا النوع من الدراسات لم يحظ باهتمام الباحثين فى عالمنا العربى رغم أهميتها التى تكشف عن المراحل التاريخية المختلفة التى سلكها علم ترميم الآثار حتى وصل فى العصر الحديث إلى مرحلة متقدمة ، نظرا للتطور الهائل الذى حدث فى ميادين الكيمياء والفيزياء بصفة خاصة والعلوم التجريبية التى تخدم مجالات صيانة الآثار بصفة عامة . ومحاولات المتخصصين فى صيانة الآثار الاستفادة من التجارب والنتائج التى توصل إليها العلماء فى الميادين العلمية التى سبق الإشارة إليها فى سبيل المحافظة على الآثار والمقتنيات الفنية المختلفة وحمايتها من التلف حاضرا ومستقبلا .

من الترميم إلى الصيانة :

أولا : الترميم Restoration

لقد حظى مصطلح « ترميم » Restoration وكذلك مصطلح صيانة Conservation باهتمام العديد من الباحثين الأوروبيين فى ميدان ترميم الآثار فى العصر الحديث . وقد اتفق كثير منهم على المعنى الذى يدل عليه مصطلح «ترميم» Restoration . حيث يطلق على الأعمال التطبيقية التى يقوم بها المرممون من أجل حماية المبنى الأثرى من الانهيار أو التلف وبالاضافة إلى إصلاح ما تلف من المقتنيات الفنية المختلفة .

أما مصطلح « صيانة » Conservation فيطلق على الأعمال التطبيقية والبحثية التى يقوم بها المتخصصون فى صيانة الآثار فى سبيل المحافظة على الآثار بشتى أنواعها وصيانتها من التلف فى الحاضر والمستقبل مستعينين فى سبيل تحقيق هذا الهدف ما وفرته لهم علوم الكيمياء والفيزياء وغيرها من العلوم التجريبية

من نتائج علمية وأجهزة حديثة يستخدمها المتخصصون فى صيانة الآثار وكذلك فى فحص مكونات الآثار المختلفة وتعيين خصائصها الفيزيائية والكيميائية وتحديد خطورة التلف الذى الم بها ومظاهره المختلفة على أسس علمية وأختيار أفضل المواد الكيميائية وانسب طرق علاج وصيانة الآثار وحمايتها من التلف حاضرا ومستقبلا.

وهكذا نجد أن مصطلح الصيانة فى مدلوله أعم وأشمل من مصطلح الترميم وأن كان مصطلح الترميم يعتبر أقدم استخداما من مصطلح الصيانة فى ميدان ترميم وصيانة الآصار .

وبالإضافة إلى الأهمية اللغوية لهذين المصطلحين فإنهما يوضحان فى نفس الوقت طبيعة الأعمال والدراسات التى يقوم بها المتخصصون من أجل ترميم وصيانة الآثار . كما أن هذين المصطلحين يدلان أيضا على التطور العلمى والتطبيقى الذى حدث فى مجال ترميم وصيانة الآثار عبر عصور التاريخ .

فمن المعروف أن ترميم الآثار وعلاجها من التلف بدأ بالأعمال التطبيقية البسيطة التى كان يقوم بها المرممون فى الماضى من أجل اصلاح ما قد تلف من الآثار والمقتنيات الفنية وقد أطلق على هذه الأعمال مصطلح الترميم Restoration .

وفى العصر الحديث اعتمدت عمليات ترميم وصيانة الآثار على أسس علمية وتطبيقية محددة وواضحة الهدف والتى يدل عليها مصطلح الصيانة Conserva-tion وذلك عندما استعان المتخصصون فى ترميم وصيانة الآثار بالنتائج العلمية التى قدمتها علوم الكيمياء والغيزياء وغيرها من العلوم التجريبية التى توضح مكونات الآثار وتحديد ما بها من مظاهر تلف وتفسير أسباب التلف وحل المشاكل التى تواجه هؤلاء المرممين أثناء تأدية أعمالهم التى تهدف إلى المحافظة على التراث الإنسانى من التلف .

ويمكن القول بأن علم الكيمياء وخاصة الكيمياء العضوية قد قدم خدمات حليلة لعلم ترميم وصيانة الآثار وذلك عندما طوع علماء الكيمياء والمتخصصون فى

ترميم وصيانة الآثار من المواد الكيمائية المبلمرة لكى تكون فى خدمة الآثار والمقتنيات الفنية المختلفة التى تعرضت للتلف والوهن بسبب تأثير عوامل التلف المختلفة . حيث تلعب هذه المواد المبلمرة فى الوقت الحاضر دورا هاما فى تقوية البنية الداخلة الضعيفة لهده الآثار والمقتنيات الفنية وحمايتها فى الحاضر والمستقبل من التأثيرات الضارة لعوامل وقوى التلف المختلفة .

ومن المعروف أن كلمة ترميم الفرنسية Restauration وكذلك نفس الكلمة فى اللغة الأنجليزية Restouration قد اشتقتا من الكلمة اليونانية Stau-ros والتى تعنى « اصلاح وتدعيم » . كما تؤكد كلمة Stauros على معنى قومى هام وهو «حماية الوطن من الاعداء » .

وقد ورد ذكر فعل Restore ومعناه يصلح أو يرمم شيئا ذا قيمة تعرض للتلف، فى العديد من القواميس والمعاجم اللغوية التى قام باعدادها اللغويون الأوربيون أبان القرنين السابع والثامن عشر الميلاديين ومعظم هذه القواميس والمعاجم كانت تعرف الفعل Restore بفعل آخر قريب إليه فى المعنى والمضمون . الا وهو فعل Repair الذى يعنى « يصلح ما قد تلف » .

وقد قام Samuel Johnson بتفسير كلمة Rcstoration فى القاموس اللغوى الذى اعده عام ١٧٥٥م لتفسير الكلمات والمصطلحات الانجليزية ، بأنها تعنى العمل الذى يعود به العمل الفنى أو التحفة الأثرية التى تعرضت للتلف إلى حالتها الأصلية أو أقرب من ذلك .

ويتفق المهندس المعمارى الفرنسى الشهير Viollet-Le-duc مع S. Johnson فى تفسيره لكلمة Restoratation حيث ذكر أنها تعنى إصلاح ما قد تلف من المبانى الأثرية ومحاولة اعادتها إلى حالتها الأصلية قبل تعرضها للتلف كلما أمكن ذلك .

ويمكن القول بأن هذه التفسيرات لكلمة Restoration والتى تتفق مع

بعضها إلى حد بعيد قد رسخت فى اذهان المرممين فى الماضى الذين قاموا باجراء عمليات ترميم واسعة للعديد من المنشآت الأثرية فى معظم بلاد أوروبا عندما تعرضت للتلف واصلاح ما قد تلف من التحف والمقتنيات الفنية التى تضمها هذه المنشآت .

ومن المعروف أن معظم أعمال الترميم فى الماضى كانت لا تحكمها أسس علمية تحفظ للأثر طابعه الأصلى وقيمه الفنية والأثرية والتاريخية التى تميزه عن غيره من الأعمال الفنية والمعمارية . وكان من جراء هذه الأعمال أن فقدت معظم المنشآت الأثرية وما بها من تحف ومقتنيات فنية الكثير من عناصرها الزخرفية وطابعها القديم . لأن المرمم فى ذلك الوقت وخاصة فى القرنين الخامس والسادس عشر الميلاديين كان يعتبر مجال الترميم من المجالات التى يحاول أن يظهر فيها براعته الفنية واتقانه لعمله الذى يجعله متفوقًا على غيره من المرممين المعاصرين . ولهذا السبب كان المرمم يحاول أن يجعل التحفة التى يقوم بترميمها فى أجمل صورة وكأنها صنعت من جديد لكى تسر وتسعد من يمتلكها والناظرين إليها . وقد أضفى عليها من ملكاته الفنية وخبرته العملية الشيء الكثير الذى أفقدها طابعها الأصلى القديم .

وكان من الطبيعى أن ينادى المثقفون والمهتمون بأمور المحافظة على التراث الإنسانى وكذلك مؤرخى الفنون فى القرن الثامن عشر الميلادى بأن تكون أعمال ترميم الآثار والمقتنيات الفنية موجهة لعلاج ما بها من تلف دون أن تفقد شيئًا من قيمتها الفنية وعناصرها الزخرفية والمعمارية والأصلية .

وأصبحت كلمة Rcstoration بمعناها الذى يطلق العنان للمرمم ويجعله حرا فى ترميمه للآثار والمقتنيات الفنية دون مراعاة لطابعها الأصلى القديم ، من الكلمات التى لا يحبذها المثقفون ويبغضها مؤرخو الفنون . كما تعرضت أعمال الترميم التى جرت فى الماضى سواء للمنشآت الأثرية أو المقتنيات الفنية لانتقاداتهم الحادة . بسبب ما تعرضت له من فقدان لطابعها الأصلى وقيمتها الفنية والتاريخية نتيجة أعمال الترميم العشوائية .

ففى عام ١٨٥٠م كتب المهندس المعمارى الانجليزى W. Scott فى مذكراته « اننى أجد فى نفسى دائما الرغبة فى حذف كلمة Restoration من قواميس اللغة وكتب العمارة وتاريخ الفنون » . وفى عام ١٨٩١ ذكر مؤرخ تاريخ الفنون الانجليزى W. Ruskin أن أعمال الترميم الخاطئة التى جرت فى الماضى فى منشآتنا المعمارية قد أدت إلى تلفها وتزييف الكثير من عناصرها المعمارية والزخرفية .

وقد أتفق معه فى هذا الرأى S. Morris حيث ذكر فى عام ١٨٩٤ أن Restoration كلمة تعنى الفناء التام للطابع الأصلى الذى تميزت به الآثار والأعمال الفنية .

ورغم هذه الحملة الشعواء التى قادها المهندسون المعماريون ومؤرخو تاريخ الفنون على أعمال الترميم والمرممين إبان القرنين الثامن والتاسع عشر الميلاديين إلا أن S. Merimee المهندس المعمارى الفرنسى الذى أشرف على أعمال الترميم والاصلاحات التى جرت لكنيسة نوتر دام بباريس عام ١٨٤٥ . كتب فى تقريره أن ترميم الآثار يعتبر من الأعمال الضرورية لحمايتها من التلف والحفاظ على معالمها المعمارية القديمة ، ويجب أن تهدف أعمال الترميم إلى حفظ وعلاج ما هو موجود بالأثر ولا يعنى الترميم ، التجديد الكلى للأثر وتغيير معالمه الأصلية .

وهكذا ننجد أن Merimee يعتبر من أوائل المتخصصين فى أعمال الترميم الذين نادوا بوضع أعمال ترميم الآثار فى اطارها الصحيح ، وحددوا أهدافها التى ترمى إلى علاج وحفظ ما أبقاه الدهر من التراث الإنسانى دون اللجوء إلى تغيير أو تشويه معالمه الأصلية .

وتجدر الإشارة إلى أنه ابان القرنين الثامن عشر والتاسع عشر الميلاديين سادت الحياة الثقافية فى أوروبا وجهتا نظر على جانب كبير من الأهمية فيما يتعلق بترميم المنشآت المعمارية القديمة . أما وجهة النظر الأولى فكانت تعكس أفكار Ruskin والتى ترى عدم القيام بأى أعمال ترميم للأثر ينتج عنها فى النهاية ضياع معالمه الأصلية . وتؤكد وجهة النظر هذه على ترك الأثر دون ترميم ولا تمتد إليه إيدى

المرممين بالتغيير وتبديل عناصره المعمارية والزخرفية الأصلية وتجديدها إذا عجزت عمليات الترميم عن الحفاظ على المعالم التاريخية والفنية لهذا الأثر .

أما وجهة النظر الثانية فقد عكست أفكار Merimee وكانت معاصرة لوجهة النظر الأولى إلا أنها كانت تؤمن بضرورة ترميم وعلاج ما قد تلف من المبانى الأثرية التى تعرضت للتلف مع المحافظة على معالمها الأصلية . وأن يعهد بأعمال الترميم إلى خيرة المرممين .

وقد وضح الاهتمام بالمحافظة على المعالم الأصلية للمنشآت الأثرية من خلال خطاب وجهه S. Morris عام ١٨٥٠ إلى Ruskin . وقد جاء فى هذا الخطاب، أنه من المفيد لحضارتنا ومجتمعنا الإنسانى أن نحافظ على منشآت الاجداد القديمة ونصونها من التلف ونحافظ على ما يؤكد شخصيتها ومعالمها الأصلية . ويجب أن لا نفرق فى المحافظة على هذه المنشآت بين القلاع التى تتميز بضخامة البناء وبين الأكواخ الخشبية التى سكنها عامة الشعب فى الماضى البعيد .

ثانيا : الصيانة Conservation

أن الفعل يصون والذى يعنى فى اللغة الانجليزية Conserve مشتق من الفعل اللاتينى Conservare والذى يتضمن نفس المعنى . وأن كلمة صيانة التى تعنى فى اللغة الانجليزية Conservation مشتقة من الكلمة اللاتينية Conservatio والتى تعنى الصيانة والحفظ والعلاج .

وفى القرن التاسع عشر الميلادى ظهرت كلمة Conservatory التى كانت تطلق على البيت أو الحديقة التى تضم النباتات النادرة والمطلوب المحافظة عليها من الانقراض . ولا شك أن هذه الكلمة تقترب من حيث الهدف والمعنى من كلمة Conservation وفى نفس الوقت تدل على اتساع مدلول هذه الكلمة التى لا يقتصر استخدامها على مجال صيانة الآثار . وإنما تستخدم أيضا فى مجال الحفاظ على البيئة .

وهناك كلمة Conservatoire الفرنسية التى ظهرت فى الحياة الثقافية الفرنسية لأول مرة عام ١٧٨٩م عندما أطلقت على المعهد الموسيقى الذى يهتم

بالحفاظ على التراث الموسيقى الأوروبى وحمايته من الضياع والاقتباس . ثم تطور استخدام هذه الكلمة . بعد ذلك بحيث أطلقت على البيت الفنى الذى يتدرب فيه الموسيقيون على الآتهم الموسيقية المختلفة .

ويعتبر هذا المثل مؤشرا آخر على اتساع مدلول كلمة Conservation إذا ما أخذنا فى الاعتبار تشابه كلمة Conservatoire مع كلمة Conservation من حيث الهدف والتركيب اللغوى إلى حد بعيد .

ومع بداية القرن التاسع عشر الميلادى أخذ مصطلح صيانة الآثار Antiquities Conservation يطلق على الأعمال والدراسات العلمية التى يقوم بها المتخصصون فى صيانة الآثار والهدف منها علاج الآثار مما الم بها من مظاهر التلف المختلفة وصيانتها فى وسط لا يهددها بالخطر فى الحاضر والمستقبل .

وبناء على هذه الدراسات العلمية التشخيصية يتم اختيار أفضل المواد الكيميائية المستخدمة فى العلاج وتحديد أنسب الطرق لاستخدامها حتى لا ينشأ عن استخدامها بطريقة غير مباشرة أضرار جانبية تضر بحياة الأثر أو تشوه مظهره الخارجى .

ولا شك أن هذه الجهود قد تميزت بهذا الطابع العلمى التطبيقى بعد أن استعان المتخصصون فى صيانة الآثار بالدراسات والنتائج العلمية التى توصل إليها علماء الكيمياء والفيزياء وغيرها من العلوم التجريبية الأخرى التى تخدم ميدان ترميم وصيانة الآثار . بالإضافة إلى ما قدمته الثورة التكنولوجية من أجهزة حديثة متطورة التى استعان بها المتخصصون فى فحص مكونات الآثار وتحديد خطورة التلف الذى الم بها . وبالاضافة إلى الأجهزة الحديثة المستخدمة فى علاج وصيانة هذه الآثار أو تلك الأجهزة المستخدمة فى توفير الظروف المناسبة لعرض وحفظ هذه الآثار .

وطبقا لما سبق ذكره فإنه يمكن القول بأن أعمال صيانة الآثار والمقتنيات الفنية ترتكز على قاعدتين أساسيتين . قاعدة العلم وقاعدة الفن .

أما عن قاعدة العلم فقد سبق الإشارة إلى مضمونها وأهدافها . وقاعدة الفن تشير إلى أن من يتصدى لصيانة الآثار يجب أن يكون على دراية بالتطور الفنى

(المعمارى والزخرفى والتكنولوجى) للآثار المراد صيانتها بالإضافة إلى تمتعه بالذوق والمهارة الفنية العالية التى تعينه على آداء عمله باتقان شديد .

ويرى Torraca أن مصطلح Conservation يستخدمه الباحثون فى الوقت الحاضر فى دراساتهم وبحوثهم فى ميدان الآثار كمحاولة منهم للتخلى عن مصطلح Restoration الذى كان يطلق فى الماضى على الأعمال التطبيقية التى كان يقوم بها المرممون لاصلاح ما قد تلف من الآثار ، دون سند علمى لأن مصطلح Conser- vation يطلق على أعمال صيانة الآثار التى ترتكز على أسس علمية وفنية وتطبيقية معروفة ومحددة الهدف .

ورغم أن مصطلح Restoration يعتبر أقدم استخداما من مصطلح Conser- vation فى ميدان ترميم وصيانة الآثار . إلا أن المصطلح الأول أخذ يتقلص وجوده من على صفحات كثير من الدراسات والبحوث التى يجريها الباحثون فى ميدان صيانة الآثار ويحل محله مصطلح Conservation وربما يكون سبب ذلك الاحساس الذى توارثته أجيال الباحثين من جراء الانتقادات الشديدة التى تعرضت لها أعمال الترميم الخاطئة التى جرت فى الماضى للآثار والمقتنيات الفنية والتى أدت إلى ضياع كثير من المعالم الأصلية لمعظم هذه الآثار والمقتنيات الفنية كما سبق أن أشرنا .

ومع ذلك فإن مصطلح Restoration ما زال مستخدما فى ميدان دراسات ترميم وصيانة الآثار جنبا إلى جنب مع مصطلح Conservation خاصة فى الدراسات والبحوث التى يقوم بها المتخصصون الفرنسيون حيث يستخدمون مصطلح Restoration فى ميدان الترميم المعمارى ومصطلح †Conservation فى ميدان ترميم الآثار الثابتة والمنقولة وبعض الباحثين الفرنسيين يفضلون استخدام مصطلح Restoration سواء فى ميدان الترميم المعمارى أو ترميم الآثار المنقولة اعتقادا منهم بأن مصطلح Conservation ليس قاصراً على الاستخدام فى ميدان صيانة الآثار . وإنما يستخدم على نطاق واسع فى الدراسات المتخصصة فى الحفاظ على البيئة وابحاث الطاقة بشتى مصادرها . بينما مصطلح Restoration لايفضل استخدامه فى

هذه المجالات . وإنما يستخدم فى ميدان ترميم واصلاح الآثار والمقتنيات الفنية المختلفة .

ويرى Coremans أن مصطلح « صيانة » Coremans يستخدم فى ميدان دراسات صيانة الآثار لكى يطلق على الأعمال التطبيقية التى ترتكز على أسس علمية وفنية التى يقوم بها الباحثون فى مجال صيانة الآثار من أجل اطالة حياة الأثر أو العمل الفنى المراد ترميمه والحد من خطورة تلفه الطبيعى والسببى لفترة طويلة . أما مصطلح ترميم Restoration فيطلق على عمليات العلاج التى تجرى للأثر أو العمل الفنى والتى تكون بمثابة العمليات الجراحية التى يقوم بها المرممون من أجل إزالة الأجزاء التى تعرضت للتلف الشديد التى لا تفلح عمليات العلاج المختلفة فى إزالة التلف عنها واستبدال الأجزاء التالفة بأجزاء أخرى جديدة من نفس نوع وطبيعة الأثر أو العمل الفنى إذا اقتضت الضرورة ذلك .

ويرى الباحث أن معظم المتخصصين فى ترميم وصيانة الآثار يستخدمون مصطلح الصيانة بدلا من مصطلح الترميم فى دراساتهم وبحوثهم لأن مصطلح الصيانة أعم وأشمل من مصطلح الترميم . كما أن أسس الترميم فى الماضى كانت غير ثابتة وإنما ترتبط أرتباطا وثيقا بحالة التلف التى وصل إليها الأثر أو العمل الفنى والتى يحدد خطورتها القائمون على العلاج . بينما أسس الصيانة فى العصر الحديث تعتبر ثابتة وواضحة لأنها ترتكز على أسس علمية تهدف إلى دراسة مكونات الأثر المطلوب علاجه وتحديد خصائصه الفيزيائية والكيميائية بالطرق العلمية المتعارف عليها فى هذا الاتجاه . واختيار أنسب طرق العلاج وأفضل المواد الكيميائية التى سوف تستخدم فى علاج وصيانة وحفظ هذا الأثر فى الوقت الحاضر والمستقبل بعيداً عن مصادر التلف .

والواقع أن الدراسات المتأنية التى تهدف إلى توضيح طبيعة عمليات أو صيانة الآثار تؤكد أنه لا توجد اختلافات جوهرية فى طبيعة هاتين العمليتين . وأن محاولة توصيح الاختلاف بين الترميم أو الصيانة إنما هى محاولات لتحديد مفهوم هذين المصطلحين والتعريف بطبيعة كل منهما .

ومما لا شك فيه أن عمليات ترميم الآثار فى العصر الحديث تقوم على أسس

علمية وتطبيقية واضحة شأنها فى ذلك شأن عمليات صيانة الآثار . فالترميم المعمارى للمنشآت الأثرية على سبيل المثال يحتاج إلى دراسات علمية فى مجالات مختلفة تخدم مجال الترميم المعمارى بطريقة مباشرة أو غير مباشرة مثل الدراسات الجيولوجية والهندسية بفروعها المختلفة وعلوم المناخ والكيمياء والنباتات والتربة وغيرها من العلوم التجريبية والنظرية المختلفة .

وفى هذا الصدد يذكر Winkler أن عمليات ترميم الآثار فى العصر الحديث لا تنفصل كل منهما عن الأخرى فهما بمثابة وجهى عملة واحدة وكل منهما مرتبطة بالأخرى ، ويعتمد عليها المرممون والمتخصصون الذين يهتمون بالمحافظة على التراث الإنسانى وحمايته من أسباب التلف المختلفة .

ومن المعروف أن هناك علاقة وطيدة بين مصطلح صيانة Conservation ومصطلح Preservation . فكلاهما مرتبطين بالفعل اللاتينى Servare والذى يعنى يحفظ ويصون ويعالج .

ولا شك أن عملية حفظ الآثار بعيداً عن مصادر التلف وأسبابه تعتبر من الأهداف الهامة التى يسعى لتحقيقها المتخصصون بكل الوسائل العلمية المتاحة سواء بالنسبة للآثار القائمة والمنقولة .

ومن كل ما سبق يمكن القول أن مصطلح صيانة Conservation يعبر عن تطور ميدان ترميم وصيانة الآثار . بعد أن أصبح هذا المصطلح فى الوقت الحاضر يربط بين مصطلح حفظ Preservation وترميم Restoration . وأن عمليات صيانة الآثار بشمولها وارتكازها على أسس علمية وفنية متطورة أصبحت تشتمل على كل العمليات التى يقوم بها المتخصصون فى سبيل المحافظة على التراث الإنسانى المادى من الفناء والتدهور . كما أصبح المتخصص فى صيانة الآثار Conservator يمثل حلقة الاتصال بين علماء الآثار وعلماء العلوم التجريبية التى تخدم ميدان صيانة الآثار وحفظها من التلف .

تطور ترميم وصيانة الآثار :

ليس من السهل تتبع المراحل التاريخية التى تكشف عن نشأة عمليات ترميم وصيانة الآثار وتميط اللثام عن تطور هذه العمليات وتلك الفنون بكل دقة . وذلك لعدم وجود وثائق كافية يمكن الاستناد إليها لتوضيح هذه الحقائق .

ولكن يمكن القول استناداً إلى مضمون مصطلح Restoration الذى يعنى إصلاح وعلاج ما قد تلف من الأشياء المادية التى لها قيمة نفعية أو جمالية أو تراثية بالنسبة للإنسان ، فإن عمليات ترميم وإصلاح ما قد تلف من المبانى والمقتنيات المختلفة قد عرفها الإنسان القديم منذ أن عرف حياة الاستقرار . وأتخذ له مسكنا سواء شيده من جزوع النخيل أو الأشجار وقام بتسقيفه بسعف النخيل والنباتات الجافة المختلفة وغطى سطحه الخارجى فى بعض المراحل التاريخية بطبقات من الطين لسد الفراغات التى قد توجد بين جزوع الأشجار والنخيل . كما توصل الإنسان بعد ذلك إلى تشيد منزل أكثر قوة وصلابة من هذا المنزل البسيط حيث قام بتشيده بالطوب اللبن المخلوط بالتبن امقرط .

وعندما كانت تتعرض هذه المنازل للانهيار بفعل الزلازل أو الأمطار أو العواصف الرعدية أو الحرائق وعيرها من العوامل الطبيعبة المختلفة . كان الإنسان القديم يعيد بناء هذه المنازل أو أصلاح ما قد تلف من أجزائها .

كما عرف الإنسان القديم كيف يرتق ثوبه ويصلح ما قد تلف من أدوات الصيد والطهى وغير ذلك من الأدوات التى كان بستخدمها فى الأنشطة اليومية المختلفة .

وهكذا يمكن أعتبار هذه العمليات البدائية البدايات الأولى لنشأة ترمبم المنشآت المختلفة وإصلاح ما قد تلف من الأدوات المختلفة التى تعرضت للتلف كى يستعين بها الإنسان على ممارسة أنشطته المختلفة فى حباته اليومية .

وعلى ضفاف النيل وضع الفراعنة منذ أقدم العصور قواعد أقدم حضارة الإنسانية وأكثرها تقدماً . إذ عرف الفراعنة بمرور الزمن كيف يحفظون أجساد موتاهم من البلى والتلف وذلك بتحنيط هذه الموميات . حيث كانوا يقومون

باستخراج أحشاء الموتى وباقى الأجزاء الأخرى التى إذا ما تركت سواء داخل الجمجمة أو القفص الصدرى سوف تتسبب فى تعفن المومياء وتعرضها للتلف الشديد .

وحفاظاً على المومياوات من التلف قاموا بحشى القفص الصدرى وفراغى البطن والجمجمة بقطع من قماش الكتان المغموس بالمواد الراتنجية . كما وضعوا ملح النطرون فى هذه الفراغات لكى يمتص الماء الزائد من جسد الميت حتى لا تتسبب هذه المياه فى تلف هذه الأجساد .

ومن أجل الحفاظ على المومياوات وحمايتها من التأثيرات الضارة للظروف الجوية المحيطة قام الفراعنة بصب الزيوت والمواد الدهنية والراتنجية الساخنة على هذه الموميات لسد مسامها حتى لا تتعرض هذه المومياوات .

ويمكن القول بأن الفراعنة قد أدركوا خطورة الظروف الجوية وخاصة الحرارة والرطوبة على النقوش الجدارية الملونة بالأكاسيد المعدنية والمواد الأخرى الملونة ذات المصادر النباتية والمعدنية التى تزين جدران مقابرهم ومعابدهم . ولهذا قاموا بتغطية أسطح هذه النقوش الملونة بطبقة من زلال البيض لحماية هذه الألوان من التلف . حيث أن مادة زلال البيض تحافظ على رونق وجمال الألوان وتجعلها فى حالة جيدة .

وقد تمكن Church من التعرف على مكونات زلال البيض وذكر أنه يحتوى على المكونات الآتية :ـ

١ ـ ماء	٨٤,٨٪
٢ ـ البومين	١٢,ـ ٪
٣ ـ مواد زيتية ودهنية	٢,ـ ٪
٤ ـ ليسيثين	نسبة ضئيلة
٥ ـ مواد معدنية	٧,ـ ٪
٦ ـ مواد مختلفة	٢,٣٪

وقد أشار Church إلى أن مادة الالبومين Albumin تمثل المادة الدهنية

اللاصقة فى زلال البيض (بياض البيض) . وأضاف أن النقوش الجدارية الملونة التى غطى سطحها بطبقة من زلال البيض ، إذا ما أخذت عينة منها وسخنت إلى درجة حرارة ٥٧٥م فإن مادة الالبومين الموجودة فى زلال البيض تتحول إلى مادة غير قابلة للذوبان فى الماء .

وعلى هذا الأساس تتحول طبقة زلال البيض إلى طبقة واقية تحمى ما تحتها من نقوش ملونة من تأثير الماء والرطوبة بمصادرها المختلفة .

كما استخدم قدماء المصريين المواد الراتنجية الطبيعية الساخنة فى تغطية أسطح بعض أثاثاتهم الجنائزية التى صنعت من الخشب وبعض تماثيلهم الخشبية وذلك لحمايتها من التلف الناجم عن ارتفاع الرطوبة فى الوسط المحيط وهجوم الحشرات والكائنات الحية الدقيقة .

وقد أشار « لوكاس » إلى أن مادة الورنيش الراتنجية السوداء التى تغطى أسطح معظم الأثاثات الجنائزية مثل التوابيت والتى كشف عنها داخل مقابر الفراعنة ليست هى مادة البتومين Bitomen (القار الأسود) . وإنما هى مادة راتنجية مستخلصة من الكهرمان أو ربما تكون راتنج الدمار .

ويعتقد لورى Laurie بأن مادة الورنيش التى استخدمها الفراعنة فى تغطية أثاثاتهم الجنائزية الخشبية لحفظها من التلف لم تستخدم فى مصر قبل ١٣٠٠ق.م .

وتعتبر الأمثلة التى سبق الإشارة إليها بعض الدلائل على أن الفراعنة عرفوا فنون صيانة أجساد موتاهم وأثاثاتهم الجنائزية وكذلك الأدوات التى كانوا يضعونها مع الموتى داخل المقابر . وذلك بتغطية هذه الاجساد وتلك المواد بطبقة عازلة من الورنيش الراتنجى حتى لا تكون عرضة للتلف بسبب هجوم الكائنات الحية الدقيقة أو الحشرات أو التغيرات المختلفة فى درجات الحرارة والرطوبة فى الوسط المحيط داخل المقار التى شيدت بعيدا عن تأثير المياه الأرضية حتى لا تتسبب هذه المياه فى تلف محتويات هذه المقابر .

وفى مجالات التشييد وإقامة المنشآت المعمارية المختلفة نجد أن الفراعنة قد أقاموا منشآتهم المختلفة من معابد وأهرامات ومقابر فوق أراضى جافة تتمتع بخصائص ميكانيكية مناسبة تجعلها صالحة لتحمل المبانى المختلفة المقامة عليها . وقد استخدموا فى تشيد هذه العمائر أجود أنواع الأحجار التى جلبوها من المحاجر التى تتميز أحجارها بخصائص فيزيائية وكميائية جيدة حتى تكون صالحة لأعمال البناء والدليل على ذلك أن الفراعنة عندما شيدو هرم زوسر المدرج فى الأسرة الثالثة (٢٦٤٩_٢٥٧٥ ق. م) وكذلك أهرامات الجيزة فى الأسرة الرابعة (٢٦٨٩ _ ٢٦٦٤ ق . م) من أحجار محلية اقتطعت سواء من محاجر سقارة أو هضبة الجيزة. فإنهم قاموا بتغطية أسطح هذه الأهرامات بكتل من الحجر الجيرى التى جلبوها من محاجر طرة والمعصرة لأنهم أدركوا أن الحجر الجيرى فى هذين المحجرين يتمتع بخصائص فيزيائية وكيميائية جيدة تفوق الحجر الجيرى فى محاجر سقارة وهضبة الجيزة . فالحجر الجيرى فى محاجر طرة والمعصرة يتميز بلونه الأبيض الناصع وصلابته العالية وخلوه من الشوائب والتشوهات المختلفة إلى حد بعيد .

ومن الجدير بالذكر أن معظم المعابد والأهرامات المصرية القديمة قد تعرضت على مر العصور التاريخية لأسباب التلف المختلفة مما كان يستدعى اجراء عمليات ترميم وإصلاح ما قد تلف منه .

ويعتبر تمثال أبو الهول من بين التماثيل المصرية القديمة التى حظيت بنصيب وافر من أعمال الترميم والتدعيم والتقوية منذ أقدم العصور ، وحتى وقتنا الحاضر . لأن هذا التمثال قد تعرض لتأثير عوامل التلف المختلفة منذ أن اقتطع فى هضبة الجيزة أبان عصر الأسرة الرابعة (٢٦٨٩ _ ٢٦٦٤ ق . م) إذ كانت تغطيه الكثبان الرملية والأثرية التى كانت تحملها الرياح حتى كادت تخفى معالمه . بالإضافة إلى تعرض هذا التمثال باستمرار للتغيرات المفاجئة والمستمرة فى معدلات الحرارة والرطوبة والتأثيرات الضارة للأمطار الغزيرة والرياح المحملة بالرمال التى تركت بصماتها المتلفة فى جسم التمثال .

ولهذه الأسباب كان بعض ملوك الفراعنة يأمرون باستمرار بازالة الرمال والأتربة التى تراكمت فوق تمثال أبو الهول وتنظيف ساحته من هذه التراكمات المتعلقة نظرا للمكانة الدينية التى كان يحظى بها التمثال لدى المصريين القدماء . إذ تشير اللوحة الجرانيتية المقامة أمام تمثال أبو الهول أن الملك تحتمس الرابع ١٤٢٠ ق.م أمر بتنظيف هذا التمثال من الرمال التى غطته واصلاح الأجزاء التالفة فيه . كما أقام هذا الملك سورا شيد من الطوب اللبن حول أبو الهول لحمايته من الأتربة والتعديات المختلفة وتشير إحدى المكاتبات إلى أن الملك رمسيس الثانى (١٢٩٠ - ١٢٢٣ ق . م) أمر بإصلاح ما قد تلف فى تمثال أبو الهول عندما تعرض للتلف فى ذلك الوقت .

ومن أقدم عمليات التدعيم والتقوية التى لا زالت موجودة فى جسم التمثال تلك التى يعود تاريخها إلى العصر اليونانى والرومانى حيث كسيت الجوانب السفلى للتمثال التى تعرضت للتلف الشديد أما بتأثير الرياح أو العوامل الطبيعية الأخرى المختلفة ، بكتل من الحجر الجيرى تشبه حجم الطوب وتنسب معظم هذه الأصلاحات إلى الملك الرومانى Marcus Auereluis ١٦١ - ١٨٠ م) كذلك إلى الملك الرومانى Septimus Serverus (١٩١ - ٢١١م) .

ومع قدوم الحملة الفرنسية إلى مصر عام ١٧٩٨م نجد أن تمثال أبى الهول قد حظى بعناية مجموعة من علماء الحملة الذين أمروا بتنظيفه من الرمال التى تراكمت فوقه ومن حوله . كما قام Cavuglia عام ١٨١٨م باجراء عمليات إصلاح وتنظيف واسعة للتمثال . وقد أكتشف Cavuglia بعض أجزاء من دقن تمثال أبى الهول التى كانت قد تساقطت منه . كما قام علماء الآثار الفرنسيين من أمثال Berck عام ١٨٤٠م, Mariet عام ١٨٨٤م و Maspero عام ١٨٩٧م بأعمال ترميم وإصلاح ما قد تلف فى هذا التمثال وتخليصه من الرمال والأتربة التى تراكمت فوقه ومن حوله .

وفى عام ١٩٢٥ قام Baraize بترميم تمثال أبى الهول وملء الفجوات

والشروخ التى كانت به بالمونات المختلفة التى ما زالت باقية إلى اليوم فى بعض أجزاء التمثال . ثم أعاد Baraize بناء السور الذى كان يحيط بهذا التمثال . والذى ازاله بعد ذلك عالم المصريات سليم حسن . كما قام سليم حسن بإزالة كميات هائلة من الرمال التى كانت تغطى تمثال أبو الهول وتخفى كثيرا من معالمه .

ترميم وصيانة الآثار عند اليونانيين والرمان :-

لا شك أن الحضارة اليونانية والرومانية تعتبر من الحضارات المتطورة سواء فى ميدان العمارة أو الفنون الصغرى التى ما زال الكثير منها باقيا إلى وقتنا الحاضر . فلقد خلف اليونانيون والرومان وراءهم منشآت معمارية متنوعة يتميز معظمها بضخامة البناء ودقة التصميم وثراء الزخرفة . وقد أصبحت هذه المنشآت تشكل حلقة هامة من حلقات التطور المعمارى والفنى لحضارة بنى الإنسان .

وتذكر المصادر التاريخية أن اليونانيين والرومان قد اهتموا بإصلاح منشآتهم المعمارية التى تعرضت للتلف أو الانهيار لأسباب طبيعية أو بشرية مختلفة وحافظوا على التحف الفنية التى كانت تضمها هذه المنشآت .

وكان يتولى الفنانون والمهندسون دون غيرهم القيام بأعمال الترميم والصيانة وإصلاح ما قد تلف من هذه المنشآت أو التحف الفنية المختلفة ومن المعروف أن اليونانيين القدماء قد أرسوا تقليدا فنيا يقوم على أساس أن الفنانين يعتبرون أقدر من غيرهم فى ترميم الأعمال الفنية والتحف القديمة لأنهم على دراية بطبيعة العمل الفنى وما به من زخارف مختلفة وتجدر الإشارة إلى أن هذا التقليد الفنى ظل متبعا فى ترميم الأعمال الفنية قرونا عديدة فى أثينا وخارجها . وقد احتل الفنانون الذين يقومون بأعمال الترميم مكانة طيبة فى المجتمع بفضل تشجيع المسئولين وعليه القوم وأصحاب المقتنيات الفنية الخاصة لهم . لأنهم فى نظر المجتمع يعتبرون المسئولين عن حماية التراث القومى ، وقد شكل هؤلاء الفنانون طوائف حرفية خاصة بهم للعمل فى هذا الميدان .

ويمكن القول أن أعمال الترميم المعمارى التى قام بها المهندسون أو أعمال الترميم الفنى الدقيق التى قام بها الفنانون فى ذلك الوقت كانت تعكس أسلوب ومنهج طوائف المهندسين والفنانين فى هذا المجال . إذ كانت تحاول كل طائفة بكل الوسائل والسبل أن يبدو العمل الفنى أو المبنى الذى أجريت له عمليات الإصلاح والترميم فى أجمل صورة . وكان كل مهندس أو فنان يفرض أسلوبه الفنى على ما يقوم به من أعمال ترميم مختلفة .

وكان من نتيجة هذه الأعمال التى لم تخضع لأسس علمية وفنية تحفظ للأثر حرمته أن ضاعت المعالم الأصلية للأعمال الفنية وفقدت كثيرا من المنشآت المعمارية عناصرها المعمارية والزخرفية التى أجريت لها عمليات ترميم وإصلاح عشوائية . وقد ذكرت Batchlor أن هؤلاء الفنانين قد بذلوا جهودا كبيرة فى نزع صور الفريسكو الملونة التى كانت تزين جدران المنشآت المعمارية فى أثينا من فوق حواملها الجدارية بعد تعرضها للتلف الشديد . إذا قام هؤلاء الفنانين بنزع مساحات كبيرة من طبقة الألوان وأجزاء من الطبقات التى تقع أسفلها فى قطعة واحدة . وقد أدى ذلك إلى تعرض صور الفريسكو للتلف وفقدان كثير من أجزائها لأن نزع مساحات كبيرة من فوق حواملها يحتاج إلى دقة ومهارة عالية يجب أن يتحلى بها من يقومون بهذه العمليات كما أن أداء هذه العمليات يحتاج إلى إمكانات فنية وتقنية مناسبة تعين على تنفيذ مراحل العمل بصورة جيدة والتى لم تكن متوفرة فى ذلك الوقت .

ترميم وصيانة الآثار فى العصور الوسطى :-

نشأت فى العصور الوسطى طائفة أطلق عليها اسم « الفنانون المرممون Arists restorers فى أوربا - وقد قامت هذه الطائفة بدور هام فى إعادة تلوين معظم الأيقونات وأعمال النحت الفنية المختلفة الموجودة داخل الكنائس التى تمثل مناظر دينية مثل السيدة العذراء وهى تحمل ابنها السيد المسيح وصورة القديسين والشهداء والملائكة وغيرها من العناصر الفنية المعروفة فى الفن المسيحى . وكانت

الألوان الجديدة التى أضافها هؤلاء الفنانون المرممون إلى تلك الأعمال الفنية مخالفة للألوان الأصلية التى تتميز بها هذه الأعمال الفنية والتى تعرضت للتلف وأصبحت داكنة بسبب عوامل التلف الكيميائى الضوئى وغيرها من عوامل التلف ذات المصادر المختلفة . وكان هؤلاء الفنانين المرممين يقومون بتلك الأعمال استناداً إلى حقيقة هامة كانت معروفة فى الحياة الثقافية الأوربية فى ذلك الوقت أساسها أن الفن مسخر لخدمة الأغراض والأهداف الدينية . أى فى خدمة الرب .

فالمنحوتات المختلفة وأعمال التصوير التى تمثل المناظر الدينية إنما هى رموز دينية يجب أن تبدو دائما فى أجمل صورة وألوانها جديدة ومشرقة حتى تبعث السرور فى نفوس المشاهدين المترددين على دور العبادة .

وقد ظلت هذه التقاليد الفنية متبعة فى ترميم وإصلاح الأعمال الفنية الدينية التى تعرضت للتلف سواء المحفوظة داخل الكنائس أو لدى أصحاب المجموعات الفنية الخاصة . وقد تعرضت معظم هذه الأعمال الفنية للتلف بسبب أعمال الترميم الخاطئة التى أجريت لها وفقدت هذه الأعمال أصالتها بسبب تشويه عناصرها الزخرفية وموضوعاتها الفنية التى اختفت تحت طبقات سميكة من الورنيش الراتنجى والألوان والرسومات الجديدة التى استخدمها الفنانون المرممون فى ترميم تلك الأعمال والمقتنيات الفنية .

وترى Rossa Manaressi أن أعمال تلوين المنحوتات القديمة التى قام بها الفنانون المرممون لم تكن قاصرة على تلوين المنحوتات أو الايقونات المختلفة التى تمثل معظمها السيدة العذراء وهى تحمل ابنها السيد المسيح وكذلك تمثل القديسين والشهداء والمسيحيين . وإنما قام هؤلاء الفنانين وخاصة فى شمال أوروبا خلال العصرين الرومانسكى والقوطى بتلوين التماثيل الحجرية وكذلك أغلب المنحوتات الحجرية التى تمثل مناظر دينية أو دنيوية داخل الكنائس بهدف إصلاح أسطحها الخارجية وذلك بتغطيتها بطبقة من الورنيش والألوان حتى تبدو لامعة وتبعث السرور فى نفوس المشاهدين .

ويذكر Toesca أن تلوين المنحوتات الحجرية بالألوان المختلفة فى إيطاليا أمتد من القرن الثالث عشر الميلادى وحتى أواخر القرن الرابع عشر الميلادى . ويضيف Cinnio بأن المسئولين الإيطاليين أصدروا تعليماتهم إلى المرممين فى أواخر القرن الرابع عشر الميلادى بإعادة تلوين أسطح التماثيل الحجرية القائمة فى الميادين العامة بالأكاسيد الذهبية . حتى تبدو هذه التماثيل براقة ومشعة بالجمال عندما تسقط عليها أشعة الشمس .

وقد أدرك المسئولون الإيطاليون بمرور الوقت أن تلوين التماثيل الحجرية وكافة

الفن الرومانسكى . فن ساد فى معظم البلاد الأوربية بعد إنهيار الإمبراطورية الرومانية القديمة .
الفن القوطى . فن ظهر فى البلاد الأوروبية منذ منتصف القرن الثانى عشر الميلادى تقريباً .

المنحوتات الحجرية بالألوان المختلفة يفقدها الكثير من قيمتها الفنية والتاريخية ففى القرن الخامس عشر الميلادى حدث تحول هام فى الذوق الفنى لدى المرممين الإيطاليين تجاه ترميم المنحوتات الحجرية حيث أكتفوا بتنظيف أسطحها من الأتربة والأملاح وحبيبات السناج التى علقت بهذه الأسطح . ولم يضيفوا إلى هذه الأسطح ألوانا جديدة بناء على تعلميات المسئولين التى كانت تقضى بعدم تلوين المنحوتات الحجرية لتظل محتفظة بطابعها الأصلى القديم وقيمتها الفنية التاريخية .

ويكشف Vassari خطورة الدور الذى لعبه الفنانون المرممون Arists Restor-ers فى تشويه المقتنيات الفنية والأثرية والأوروبية التى قاموا بترميمها بما يتفق وأنطباعاتهم الفنية ، دون حرص على ما تتميز به هذه المقتنيات من قيم جمالية وأثرية . وقد ظهر ذلك واضحا عندما تعرضت المنحوتات الحجرية والصور الجدارية التى تزين الكنائس القديمة فى إيطاليا والتى يعود بعضها إلى بدايات عصر النهضة والفن القوطى للتشويه وضياع معظم عناصرها الزخرفية بسبب أعمال الترميم الخاصة التى لا تستند إلى أسس علمية وتاريخية وفنية التى قامت بها طائفة الفنانين المرممين فى ذلك الوقت. حيث قاموا بتغطية أسطح هذه الأعمال الفنية بطبقات من الورنيش ورسموا فوق هذه الطبقات مناظر محتلفة تتفق وروح الفن الباروكى .

وتعتبر مخطوطة Volpato المحفوظة فى المتحف البريطانى والتى يعود تاريخها إلى القرن السابع عشر الميلادى من أهم المخطوطات التى سجل فيها مراحل ترميم المقتنيات الفنية التى كانت تجرى فى الماضى وخاصة صيانة اللوحات الزيتية وغيرها من المقتنيات الفنية التى تعرضت للتلف وقد سجل فى هذه المخطوطة أن مراحل ترميم المقتنيات الفنية وخاصـة اللوحات الزيتية كانت تبدأ بعمليات تنظيف أسطح هذه اللوحات مما قد علق بها من أتربة وسناج وكذلك إزالة طبقات الورنيش التى تعرضت للتلف الشديد وأصبح لونها داكنا والمرحلة التالية للعلاج تبدأ بتقوية مبدئية للوحات الزيتية المراد

فن الباروك . فن ساد معظم البلاد الأوروبية حوالى القرن السادس عشر الميلادى .

علاجها وتنتهى هذه المرحلة بالتقوية النهائية لكل أجزاء هذه اللوحات التى تعرضت للتلف أما أخر مراحل علاج هذه اللوحات الزيتية فإنها ترتكز على وضع هذه اللوحات بعد تنظيفها وتقويتها تقوية شاملة على حامل جديد من قماش الكتان . والجدير بالذكر أن هذه المراحل التى اتبعت فى علاج وصيانة اللوحات الزيتية فى الماضى ما زالت متبعة إلى اليوم لتحقيق نفس الغرض .

ومن الواضح أن هذه المخطوطة لم تشر إلى الأدوات والمواد المختلفة التى كان يستخدمها المرممون فى مراحل علاج المقتنيات الفنية ولعل السبب فى ذلك أن هؤلاء المرممين كانوا يعتبرون عمليات ترميم المقتنيات الفنية سراً من أسرار المهنة التى لا يكشف عنها لأن كل مرمم أو طائفة من المرممين كانت لهم أساليبهم وموادهم الخاصة التى يستخدمونها فى علاج المقتنيات الفنية .

إلا أن هذه المخطوطة قد كشفت عن حقيقة هامة فيما يتعلق بعلاج اللوحات الزيتية حيث أشارت هذه المخطوطة إلى أن المرممين كانوا يضعون اللوحات الزيتية فوق حوامل جديدة بدلاً من الحوامل القديمة التى تعرضت للتلف الشديد وهى تلك العملية التى يطلق عليها من يقومون بعلاج وصيانة الوححات الزيتية فى الوقت الحاضر مصطلح Relining إذكان يظن أن هذه العملية قد عرفت لأول مرة مع مطلع القرن التاسع عشر الميلادى . والواقع أن هؤلاء المرممين استخدموها فى علاج اللوحات الزيتية فى القرن السابع عشر الميلادى وربما قبل ذلك .

وفى دراسة قام بها N. William . ذكر أن تاريخ ترميم أوانى البورسلين مرتبط بصناعة هذه الأوانى وأن الأساليب التى استخدمها المرممون الأوروبيون الأوائل فى ترميم هذه الأوانى ترجع أصولها إلى ما قبل القرن السادس عشر الميلادى وهى نفس الأساليب التى أتبعها الصينيون القدماء فى ترميم هذه الأونى .

وقد سجل هؤلاء الصينيون أسماء المواد اللاصقة التى استخدموهـا فى لصق أوانى البورسلين المكسورة وكذلك الأساليب العلمية التـى اتبعوها فى تحقيق هذا الغرض وذلك

فى بعض المخطوطات الصينية ففى إحدى هذه المخطوطات التى يعود تاريخها إلى القرن السادس عشر الميلادى والتى قام بترجمتها G. Sayer تحت عنوان The potteries of China ذكر أن المرممين الصينيين كانوا يستخدمون دقيق القمح المخلوط بماء الجير لعمل عجينة تلصق بها أوانى البورسلين المكسورة . كما استخدم دقيق الأرز الممزوج ببياض البيض فى هذا الغرض .

وفى مخطوطة صينية أخرى يعود تاريخها إلى القرن السابع عشر الميلادى ذكر أحد المرممين الصينيين أنه كان يستخدم عصير شجرة المشمش الذى يتحول إلى راتنج لاصق بمضى الوقت فى لصق أوانى البورسلين والأوانى الفخارية المكسورة .

ومن العجيب أن نفس هذه المواد التى أستخدمها الصينيون قد نصحت باستخدامها السيدة S. Beeton فى كتابها « إلى ربات البيوت » الذى صدر فى لندن عام ١٨٦١ وذلك فى لصق الأوانى الفخارية والزجاجية وأوانى البورسلين المكسورة .

وفى كتاب أصدره E. Spoon تحت عنوان « تجارب علمية وفنية » نصح باستخدام أنواع من الأسمنت فى لصق الأوانى الفخارية أو أوانى البورسلين المكسورة وخاصة أسمنت لندن London cement الذى كان يخلط بقليل من زلال البيض والأسمنت الصينى Chinese cement الذى كان يخلط بالجملكا وبودرة الطفلة . وقد كان هذا النوع من الأسمنت يستخدم فى لصق الأوانى الزجاجية والفخارية وأوانى البورسلين وقطع العاج وقطع الأخشاب التى تعرضت للكسر .

ومن المعروف أن القرن السابع عشر الميلادى قد تميز بازدهار الفنون وخاصة فنون التصوير والنحت . وقد واكب هذه النهضة الفنية تطور كبير فى عمليات ترميم المقتنيات الفنية والمنشآت الأثرية حيث أصبح المرممون يهتمون فى ذلك الوقت بالمحافظة على القيم الفنية والتاريخية لهذه المقتنيات وتلك المنشآت إلى حد كبير ففى منتصف القرن السابع عشر الميلادى شاع فى الأوساط الثقافية الأوروبية مبدأ ثقافى هام تمسك به المرممون فى علاج المقتنيات الفنية . ويهدف هذا المبدأ إلى

المحافظة على وحدة العمل الفنى عند القيام بترميم وعلاج المقتنيات الفنية والمنشآت الأثرية .

وبالنسبة لترميم وعلاج المنشآت الأثرية . فإن المرممين كانوا يقومون بترميم العناصر الزخرفية والمعمارية فى المبنى الأثرى التى تعرضت للتلف والتى تعود إلى عصر واحد وعند الإنتهاء من علاجها ينتقل المرممون إلى علاج العناصر الزخرفية والمعمارية التى ترجع إلى العناصر الزخرفية والمعمارية التى ترجع إلى العصر الذى يليه من أجل المحافظة على الطرز الفنية والمعمارية التى يضمها المبنى الأثرى الذى يحتوى على عناصر زخرفية وإضافات معمارية ترجع إلى عصور مختلفة .

وفى القرن الثامن عشر الميلادى قام كثير من المرممين فى العديد من البلاد الأوروبية وخاصة فى إيطاليا والمانيا وفرنسا ببذل جهود كبيرة فى سبيل علاج المنشآت الأثرية وحمايتها من التلف الذى ألم بها إد قاموا بترميم وعلاج العديد من الكنائس والقصور والمنازل القديمة وما تضمنه هذه المنشآت من مقتنيات وتحف فنية مختلفة .

وكان المرممون فى معظم البلاد الأوروبية فى ذلك الوقت يتبعون أسلوبا فنيا واحدا تقريبا فى ترميم وعلاج المنشآت الأثرية والمقتنيات الفنية . ويرتكز هذا الأسلوب الفنى على ضرورة علاج العناصر الزخرفية والمعمارية التى تعرضت للتلف الشديد والتى هى فى أمس الحاجة للعلاج . وترك العناصر الزحرفية والمعمارية التى ليست فى حاجة ماسة للعلاج حتى تحتفظ بقيمتها التاريخية والفنية أطول فترة ممكنة من الوقت .

ومن بين المبادىء الهامة التى أهتم بها المرممون فى ذلك الوقت وعملوا على ترسيخها عند القيام بعمليات ترميم وعلاج المنشآت الأثرية والمقتنيات الفنية مبدأ المحافظة على قيمة الزمن Age value ويعنى هذا المبدأ المحافظة على القيم التاريخية والفنية والجمالية التى تتميز بها العناصر الزخرفية والمعمارية التى تضمها المنشآت الأثرية المختلفة والتى ترجع إلى عصور تاريخية مختلفة وحمايتها من التلف والاندثار لأنها أصبحت تراثا إنسانيا خالدا .

ومع نهاية القرن الثامن عشر الميلادى أحتل المرممون الذين يقومون بعلاج المقتنيات الفنية والمنشآت الأثريةويحافظون على أصالتها التاريخية وقيمتها الفنية مكانة مرموقة لدى

المسئولين والمثقفين الأوروبيين لأنهم يعتبرون المسئولين عن حماية تراث الأمة من التلف ، وقد انتهى على أيديهم عصر المرممين الفنانيين Arists - Restorers الذين قاموا بتشويه معظم المقتنيات الفنية والمنشآت الأثرية عندما أضافوا إليها الكثير من أساليبهم الفنية وأفقدوها بذلك الكثير من أصالتها القديمة وقضوا على قيمتها الفنية والجمالية التى تتميز بها مع مطلع القرن التاسع عشر الميلادى تناولت عمليات ترميم وعلاج الآثار والمقتنيات الفنية . كما أنتقل المرممون إلى مرحلة أكثر تطورا ونضجا وذلك عندما ظهر الباحث الذى يهتم بعلاج وصيانة هذه الآثار وتلك المقتنيات على أسس علمية ومعرفة تامة بقيمتها التاريخية والفنية والذى أطلق عليه اسم Conservator (أى المتخصص غى علاج وصيانة الآثار) . حيث ظهر هذا المصطلح لأول مر على مسرح الحياة الثقافية فى أوروبا مع بداية هذا القرن .

وبمرور الوقت أخذت الهيئات الحكومية والجامعات الأوربية تهتم بإنشاء المعامل المختصة بعلاج وصيانة الآثار وفحص مكوناتها المختلفة وتحديد طبيعة التلف الذى الم به باستخدام الأجهزة العلمية الحديثة بالإضافة إلى التعرف على أهم الخصائص الطبيعية التى تتميز بها المواد الأثرية .

ففى عام ١٩٠٠ أنشىء أول معمل متخصص لفحص المواد الأثرية باستخدام الأشعة السينية وذلك بمتحف Berlin Staatliches Museum بالمانيا الغربية . كما استخدمت الأشعة السينية والأشعة فوق البنفسجية فى فحص اللوحات الزيتية لتحديد مكانتها المختلفة والتعرف على مظاهر التلف وتحديد الإضافات الحديثة بها داخل معامل متحف Vienna Kunst historisches Museum بالنمسا عام ١٩١٥ .

وفى عام ١٩٢١ أنشىء بالمتحف البريطانى معمل لفحص وصيانة الآثار . وقد ضم هذا المعمل أقساما مختلفة تهتم بترميم وصيانة الآثار العضوية وغير العضوية . وفحص مكوناتها المختلفة فحصا دقيقاً باستخدام الأشعة السينية وفوق البنفسجية

والميكروسكوبات ذات قوى التكبير المختلفة .

وقد شهد عام ١٩٣٠ انشاء معملين هامين لصيانة الآثار أحدهما داخل متحف الفنون الجميلة بمدينة بوستن الأمريكية والثانى بمتحف اللوفر فى فرنسا . وفى هذا العام أنشىء مركز هام لبحوث وصيانة الآثار داخل معهد Doener Institute بمدينة ميونخ الألمانية كما تم إنشاء مركز مماثل فى هذا العام داخل معهد Tauber Institute بالمانيا الغربية .

وتعتبر جامعة هارفارد البريطانية أول جامعة ينشأ بها معهد متخصص فى دراسة علوم صيانة الآثار على أسس علمية وفنية وتطبيقية وكان ذلك فى عام ١٩٤٥ . كما أنشىء بجامعة القاهرة أول قسم فى الوطن العربى متخصص فى تدريس علوم صيانة الآثار بكلية الآثار عام ١٩٧٤ والذى بدأ بتدريس هذه العلوم لطلاب الدراسات العليا .

وفى عام ١٩٣٠ أقيم أول مؤتمر دولى فى مدينة روما الإيطالية يهتم بصيانة الآثار وقد ناقشت الأبحاث التى القيت فى المؤتمر القواعد والأسس العلمية والتطبيقية التى يجب على المرممين أتباعها عند القيام بترميم وصيانة الآثار . كما ناقشت بعض الأبحاث الأسباب والعوامل المختلفة التى تتسبب فى تلف الآثار .

وقد ترتب على عقد المؤتمر السابق إنشاء المجالس والجمعيات والمراكز والمعاهد الدولية المختلفة التى تضم الخبراء الدوليين المهتمين بصيانة الآثار وحماية التراث الإنسانى من التلف .

ففى عام ١٩٤٦ أنشىء المجلس الدولى للمتاحف International Council of Museums فى روما . وفى عام ١٩٥٠ أنشئ المعهد الدولى لصيانة الأعمال التاريخية والفنية International Institute for conseration of Historic and Works of Art ومقرر ، لندن . ويعتبر هذا المعهد IIC من أهم المعاهد الدولية التى تلعب دورا هاماً فى تطوير علوم صيانة الآثار بما يضمه من معامل متخصصة تجرى بها التجارب العلمية التى تحدد مدى كفاءة المواد الكيميائية المستخدمة فى علاج وصيانة الآثار . كما تجرى فى هذه المعامل

الاختبارات الفيزيائية والكميائية المختلفة لتحديد الخصائص الطبيعية والمكونات الكيميائية المختلفة التى تتميز بها المواد الأثرية .

كما يقوم هذا المعهد بإصدار البحوث والمطبوعات والدوريات العلمية التى تضم البحوث والدراسات التى يقوم باعدادها خبراء وعلماء صيانة الآثار فى شتى أنحاء العالم . وأول دورية علمية قام بأصدارها هذا المعهد عرفت باسم Technical studies وقد صدرت فى الفترة من ١٩٣٣ حتى ١٩٤١ ثم تغير اسم هذه الدورية إلى اسم دراسات فى الصيانة Studies in Conservation والتى ما زال يصدرها المعهد بصفة دورية . وتعتبر هذه الدورية من أشهر الدوريات التى تخدم مجال صيانة الآثار حيث ينشر بها أحدث الأبحاث التى قام بها خبراء صيانة الآثار ونتائج دراياتهم فى المجالات المختلفة سواء مجالات فحوص المواد الأثرية أو الطرق العلمية المتبعة فى صيانة هذه المواد . كما تضم هذه الدوريات التقارير السنوية التى يكتبها خبراء صيانة الآثار الدوليين الذين يعملون فى أشهر المراكز الدولية لصيانة الآثار . مثل المعهد المركزى للترميم فى روما Instituto Contrale del Restauro والمعهد الملكى فى بروكسل بلجيكا Institute Royal du Patrimoine Artistique ومتحف اللوفر فى فرنسا Louver Museum ومتحف المتروبوليتان فى نيويورك Metropolitan Museum .

وفى عام ١٩٥٩ أنشئ فى روما أهم مراكز صيانة الآثار وأكثرها نشاطاً فى العالم والذى يعمل فيه خبراء العالم المتخصصين فى صيانة الآثار وقد أطلق على هذا المركز اسم (المركز الدولى لدراسة صيانة وترميم المقتنيات الثقافية International Center for the study and the preservation and restoration of cultural property .

ويقوم الخبراء الذين يعملون فى هذا المعهد بتقديم الاستشارات العلمية والفنية لدول العالم المختلفة التى تقوم بتنفيذ المشروعات الضخمة لصيانة آثارها وحمايتها من أسباب التلف المختلفة . كما يشترك مع هؤلاء العلماء الخبراء الوطنيون فى

دول العالم المختلفة فى تنفيذ المشروعات المختلفة من أجل أنقاذ التراث الإنسانى وحمايته من التلف والدمار . والدليل على ذلك ما قام به هؤلاء الخبراء المصريين من جهود كبيرة فى سبيل انقاذ آثار فيلة وأبى سنبل ومقبرة نفرتارى وغيرها من المنشآت الأثرية المصرية القديمة أو القبطية أو الإسلامية التى تعرضت للتلف .

وفى عام ١٩٦١ أقيم أول مؤتمر دولى في روما لدراسة أسباب تلف الأحجار الأثرية وطرق علاجها وما زال هذا المؤتمر يعقد منذ ذلك التاريخ كل أربع سنوات فى دول العالم المختلفة . كما أن هناك العديد من المؤتمرات الدولية التى تهتم سواء بعلاج وصيانة الأحجار أو النقوش الجدرانية والأخشاب وغيرها من المواد الأثرية المختلفة التى تعقد بصفة دورية فى دول العالم المختلفة وتشرف عليها هيئة اليونسكو ومراكز ومعاهد صيانة الآثار الدولية .

تطور استخدام المواد الكيميائية فى علاج وصيانة الآثار :

من المعروف أن مرممى الآثار استخدموا فى الماضى مواد كيميائية مختلفة فى مصادرها وطبيعتها وإن كانت معظم هذه المواد ذات مصادر طبيعية (نباتية ـ حيوانية) . كما أتبع هؤلاء المرممين طرقا متعددة فى علاج وترميم الآثار والمقتنيات الفنية التى أصابها التلف .

إلا أن معظم هؤلاء المرممين لم يسجلوا ما استخدموا من مواد كيميائية وما اتبعوه من طرق محتلفة فى علاج الآثار تسجيلا علمياً وافياً يعين الباحثين من بعدهم على تتبع المرحلة التاريخية المختلفة التى مرت بها عمليات علاج وصيانة الآثار . لأن أعمال علاج وترميم الآثار والمقتنيات الفنية فى الماضى كانت من الأعمال التى بذل المرممون جهودا كبيرة فى سبيل المحافظة على سريتهـا حتى يظل المرممون الأكفاء متفوقين على غيرهم من المرممين . ولهذا السبب يصعـب علـى الباحث فى الوقت الحاضر تتبع المراحل التاريخية المختلفة التـى تكشف عن تطور عمليات علاج وترميم الآثار بكل دقة .

ونادرا ما يعثر الباحث فى الوقت الحاضر على إشارات ومعلومات وافية توضح

أهم المواد الكيميائية التى استخدمها المرممون فى الماضى فى علاج الآثار وغيرها من المقتنيات التى قاموا بترميمها ، وما وصل إلينا فى هذا الشأن مجرد عبارات متفرقة هنا وهناك فى كتب مؤرخى الفنون فى العصور الوسطى الذين اتفق معظمهم على أن الشموع الممزوجة بالزيوت الجفافة siccative oils كانت من أهم المواد التى استخدمها المرممون فى العصور الوسطى لتقوية الأحجار الأثرية الضعيفة .

ويذكر Morgan أن Vitruvius † وهو أحد مؤرخى الفنون فى القرن الأول الميلادى قد ذكر أن الشموع الساخنة وخاصة شمع عسل النحل Bees Wax المخلوط بزيت بذر الكتان كانت من أهم المواد التى استخدمها المرممون فى علاج وتقوية التماثيل الرخامية التى تعرضت للتلف .

ومن العجيب أن أهم مؤرخى الفنون من أمثال Cellini و Vasari و Bonghini الإيطاليين وغيرهم من المؤرخين الذين عاشوا فى القرن السادس عشر الميلادى لم يشيروا إلا فيما ندر إلى المواد الكيميائية التى استخدمها المرممون فى علاج الآثار أو الطرق التى أتبعوها فى سبيل تحقيق هذا الهدف . إلا أن Estlake قد ذكر أن الشموع المختلفة الممزوجة بالراتنجات الطبيعية راتنج الدمار Dammar resin قد شاع استخدامها كمواد مقوية للتماثيل الحجرية الضعيفة فى إيطاليا منذ القرن العاشر وحتى القرن السابع عشر الميلادى . وكان يطلق على هذه المواد الممزوجة مع بعضها اسم Cera colla . كما أضاف Eastlake أن النحات الإيطالى الشهير pisano قد استخدم المواد التى سبق الإشارة إليها فى القرن الرابع عشر الميلادى كمادة ورنيش لتغطية التماثيل وأعمال النحت المختلفة التى قام بنحتها لحمايتها من تأثير الأمطار والرطوبة الجوية .

وقد ورد فى مخطوطة Marciana التى يعود تاريخها إلى القرن السادس عشر الميلادى والمحفوظة بمكتبة الفاتيكان أن النحات الإيطالى Jacopo de Monte san paolo قد استخدم مخلوطاً يتكون من صمغ السندروس الذى يؤخذ من بعض

الأشجار الصنوبرية ، وزيت جوز الهند وزيت بذر الكتان وقليل من مادة البوتاس فى علاج أسطح الأعمال الفنية المنحوتة التى قام بتنفيذها لحمايتها من تأثير عوامل التلف المختلفة وخاصة الرطوبة المختلفة .

وأضاف Jacopo Cella Quercia أنه استخدم مجموعة من المواد الكيميائية فى تقوية أعمال النحت التى تزين جدران كنيسة patronio التى تقع فى مدينة بولونيا الإيطالية ويعود تاريخ إنشائها إلى القرن الرابع عشر الميلادى إلا أنه لم يفصح عن طبيعة هذه المواد الكيميائية وكيفية استخدامها .

وقد كشفت فيما بعد عن طبيعة ومكونات بعض المواد الكيميائية السابقة الأستاذة R. Manaressi التى قامت بأخذ عينات من هذه المواد الموجودة فى أعمال النحت التى تزين بعض الكنائس القديمة فى إيطاليا وفحصتها بطريقة الفحص الكروماتوجرافى chromatography anlysis . وذكرت فى تقريرها أن هذه المواد الكيميائية تتكون من الهيدروكربونات والاسترات الحمضية الدهنية والكحولات . ومن المعروف أن هذه المكونات الكيميائية تدخل فى تكوين معظم أنواع وطبقات المواد الأثرية العضوية الأحجار المختلفة التى شيدت منها بعض الكنائس والمنشآت الأثرية فى أوروبا .

وفى القرنين السادس والسابع عشر الميلاديين لجأ المرممون إلى طريقة جديدة عند استخدام أحجار جديدة التى تحل محل الأحجار القديمة المستخدمة فى المنشآت القديمة والتى تعرضت للتلف الشديد . حيث قام المرممون بوضع طبقة من الباتينا patina الصناعية فوق أسطح الأحجار كى تضفى على هذه الأحجار المظهر القديم ولا ينشأ عن وجود هذه الأحجار الجديدة إلى جوار الأحجار القديمة اختلاف واضح فى الألوان والمظهر الخارجى . ولتحقيق هذا الغرض كان المرممون يقومون بدهان أسطح الأحجار الجديدة بمخلوط سائل يتكون من حبيبات الكربون المزوجة بمادة اليورين Urine وذلك بعد ترشيحها وتخليصها من الشوائب الضارة . وتكرر هذه الطريقة

عدة مرات حتى تكسب أسطح الأحجار طبقة باتينا لا تختلف فى لونها كثيراً عن لون الأحجار القديمة المجاورة لها . وقد أشار إلى هذه الطريقة كل من Bonghini فى القرن السادس عشر Baldinucci فى القرن السابع عشر الميلادى : ولا يخفى على أحد من المتخصصين فى علاج وصيانة الآثار فى الوقت الحاضر أن السناج يعتبر من مكونات التلوث الجوى التى تتسبب فى تلف مواد البناء المختلفة .

ويذكر النحات الإيطالى Boselli الذى عاش فى منتصف القرن السابع عشر الميلادى أن المرممين كانوا يتبعون طريقة استخدموها لأول مرة فى علاج أعمال النحت الرخامية التى ترميمها واستكمال أجزائها المفقودة بقطع جديدة من الرخام، حتى لا يبدو لون سطح الرخام الجديد مخالفا للون سطح الرخام القديم . حيث قاموا بعلاج سطح الرخام الجديد بمحلول مكون من ماء الجير (هيدروكسيد الكالسيوم) المخلوط بنوع من الجبن الطازج الذى كان يطلق عليه اسم provola . وكان يضاف إلى هذا المخلوط مسحوق الطوب المحروق حرقاً جيداً . ويتكرر علاج سطح الرخام الجديد عدة مرات باستخدام المخلوط السابق حتى يكتسب هذا الرخام لوناً قريباً من لون الرخام القديم المجاور له .

وقد قامت الأستاذة Manaressi بتحليل عينة رخام أخذتها من سطح رخام عولج بالمخلوط السابق ووجدت أن هذه العينة تحتوى على كبريتات الكالسيوم بنسبة ٥٠ ٪ كما أنها تحتوى على نسبة قليلة من الأحماض الدهنية . نتيجة أحتواء المخلوط السابق على الجبن .

ومع حلول القرن الثامن عشر الميلادى بدأ المرممون يستعينون ببعض المحاليل الكيميائية الصناعية فى علاج وصيانة الآثار والأعمال الفنية التى صنعت من مواد مختلفة والتى تعرضت للتلف . إذ يذكر Riederer أن أستاذ الكيمياء Von Fuchs بجامعة بفاريا ـ بألمانيا قام فى عام ١٨١٨ . بتقوية الأحجار الأثرية ذات البنية الداخلية الضعيفة باستخدام محلول سيليكات الصوديوم الذائبة Sodium sol-

uble silicate والتى يطلق عليها اسم « الزجاج المائى » . كما استخدمت هذه المادة فى تقوية أخشاب مسرح قديم بمدينة ميونخ الألمانية كانت تعرضت للحريق .

وفى عام ١٨٦١ أختبر W. Crookes محلول فلوسيليكات الالمنيوم Fluo silicate Aluminiumna فى تقوية بعض الأحجار الأثرية كما استخدم نفس المادة لنفس الغرض مع بعض الأخشاب الأثرية . أما المحاليل السيليسية العضويةFluo Soluble organosilicic فقد أمكن استخدامها منذ عام ١٨٥٢ تقريباً فى تقرية الأحجار القديمة المستخدمة فى بعض الكنائس الأوربية وخاصة فى ألمانيا .

وقد أشار P. Mora إلى أهم المحاليل العضوية وغير العضوية التى شاع استخدامها فى تقوية النقوش الجدارية التى تزين جدران بعض الكنائس الإيطالية التى تعود إلى القرن الثامن والتاسع عشر الميلاديين .

ومن أهم المحاليل العضوية التى استخدمت لهذا الغرض ما يلى :—

١ ـ محلول كريمة اللبن المذاب فى الكحول النقى .

٢ ـ بياض البيض .

٣ ـ الجملكا البيضاء فى الكحول النقى .

٤ ـ الزيوت الجفافة (زيت بذر الكتان ـ زيت جوز الهند) وكانت هذه الزيوت تذاب فى زيت الترينتيناب المعدنى .

٥ ـ شمع عسل النحل وشمع البرافين وكانت هذا الشموع تذاب فى الكحول النقى .

٦ ـ الغراء الحيوانى المذاب فى الماء .

ويمكن القول أن المحاليل العضوية السابقة قد تعرضت بمرور الوقت للتلف الشديد بسبب ما حدث لها من تحولات كيميائية وفيزيائية ضارة غيرت من طبيعتها وأفقدتها قوة تماسكها وغيرت مظهرها الخارجى نتيجة تفاعل هذه المحاليل مع الظروف الجوية المختلفة . ولهذا السبب عدل المرممون عن استخدامها فى علاج

وصيانة الآثار والأعمال الفنية المختلفة . وفضلوا استخدام المحاليل غير العضوية لأنها تعتبر أسهل ذوبانا فى المذيبات العضوية وأكثر ثباتا ومقاومة لتأثير الظروف الجوية وعوامل التلف المختلفة من المحاليل غير العضوية التى استخدمت فى ذلك الوقت فى علاج الصور الجدارية التى تزين جدران بعض الكنائس الإيطالية ومن أهم المحاليل غير العضوية ما يلى :ـ

١ ـ السليكات القلوية Alkaline Silicates

٢ ـ الفلوروسيليكات Fluorosilicates

٣ ـ استرات السيليكون Silicon esters

٤ ـ محلول هيدروكسيد Barium hydroxide

وقد أدى التطور العلمى فى ميدان الكيمياء خلال القرن التاسع عشر الميلادى إلى ظهور مواد كيميائية جديدة ساعدت على تقدم عمليات علاج وصيانة الآثار . وقد لعبت التجارة المزدهرة بين الدول الأوربية فى ذلك الوقت دوراً هاماً فى انتشار هذه المواد فى العديد من الدول الأوروبية حيث أخذت هذه المواد طريقها إلى حقل ترميم وصيانة الآثار . ونظراً لأن هذه البلمرات الصناعية بما لها من خصائص فيزيائية وكيميائية جيدة جعلتها تتفوق على المحاليل العضوية فإن المرممين قد استخدموها على نطاق واسع فى عمليات علاج وصيانة الآثار والمقتنيات الفنية المختلفة .

وتجدر الإشارة إلى أن البلمرات الصناعية تتميز عن المحاليل العضوية بالمميزات الآتية :

١ ـ تعتبر معظم البلمرات الصناعية أكثر ذوبانا فى المذيبات العضوية من المحاليل العضوية . ولهذا السبب يمكن استخدام تلك البلمرات فى تقوية البنية الداخلية للأحجار الأثرية وغيرها من المواد الأثرية المختلفة لسهولة تسربها فى مكونات هذه المواد .

٢ ـ تعتبر بعض البلمرات الصناعية أكثر مقاومة من المحاليل العضوية لتأثير الضوء

والظروف الجوية المختلفة والكائنات الحية الدقيقة .

٣ ـ تتميز البلمرات الصناعية بسهولة الاستخدام ويمكن استخدامها فى ظل ظروف جوية مختلفة .

٤ ـ البلمرات الصناعية تحفظ مواد الآثار التى عولجت بها فترة أطول من المحاليل العضوية وتحافظ على تماسكها وتقوى بنيتها الداخلية .

ومن أهم البلمرات الصناعية التى لعبت دوراً هاماً فى علاج وصيانة الآثار البلمرات الآتية :

١ ـ راتنجات البولى استر Polyesters

أكتشفت هذه الراتنجات مجموعة من علماء الكيمياء السويديين عام ١٨٤٧ . وهى عبارة عن راتنجات تتكون نتيجة التفاعل بالتكثيف بين Polyhydric alcohol و Polybasic acid وقد شاع استخدامها منذ عام ١٩٣٣ كمادة ورنيش . كما استخدمت فى عام ١٩٤١ كمادة شعرية أو اليافية Fiber .

ونظر للدولة العالية التى تتمتع بها هذه الراتنجات فإننا نجد أن كثيراً من المرممين والفنانين يستخدمونها فى عمل القوالب المستنسخة للتماثل والتحف المعدنية القديمة وكذلك أعمال النحت الفنية فى العصر الحديث .

٢ ـ الايبوكسات Epoxies

عرف العالم هذا النوع من الراتنجات عام ١٩٣٠ حيث استخدمت لأول مرة فى الأغراض الصناعية المختلفة . وقد استخدمت منذ عام ١٩٤٧ فى لصق الكتل الحجرية المتساقطة من المنشآت القديمة التى تعرضت للكسر . وخاصة فى انجلترا وألمانيا . ثم شاع استخدامها لنفس الغرض فى معظم أنحاء العالم نظراً لأنها تكسب الأحجار المكسورة التى لصقت بها قوة لصق عالية .

٣ ـ خلات الفينيل polyviny acetate

لم تنتج هذه الخلات وغيرها من العائلة الفينيلية مثل polyvinyl chlo-

ride بكميات تجارية قبل عام ١٩٣٠ . وتنتمى هذه الخلات إلى نوعية الراتنجات التى تشك بالحرارة Thermoplastic resins . وقد استخدمت هذه الراتنجات منذ عام ١٩٤٠ فى علاج وصيانة الآثار كمواد لاصقة Adhesives أو مواد مقوية للبنية الداخلية للمواد الأثرية Consolidants أو مواد واقية لأسطح هذه المواد الأثرية coatings.

٤ ـ الأكريلات Acrylics

عرف العالم هذا النوع من الراتنجات لأول مرة فى عام ١٨٤٣ . ثم شاع استخدامها فى الأغراض الصناعية منذ ١٩٠٠ حيث استخدمتها انجلترا عام ١٩٤٣ فى عمل نوافذ الطائرات . والاكريلات اسم لمجموعة من البلمرات التى تحتوى أساسا على حمض الاكريليك . وتعتبر اكريلات Methyl, Ethacrylates من أشهر الاكريلات التى تستخدم فى علاج وصيانة مواد الآثار المختلفة .

٥ ـ البولى ايثيلين : polyethylene

انتجت هذه الراتنجات لأول مرة خلال الحرب العالمية الثانية وهى تعتبر من أشهر الراتنجات التى تنتمى إلى مجموعة الراتنجات التى تشك بالحرارة . وقد توصل علماء الكيمياء العضوية إلى إنتاج مجموعة من راتنجات البولى اثيلين التى شاع استخدامها فى علاج وصيانة مواد الآثار المختلفة وتعتبر راتنجات polyethy-lene glycol من أهم هذه الراتنجات التى تستحدم فى تقوية التحف الخشبية التى ظلت فترة طويلة من الزمن مغمورة فى الماء water logged - Wood .

٦ ـ السيليكونات : Silicons

أكتشف هذا النوع من الراتنجات عالم الكيمياء الانجليزى F. S. Kipping فى النصف الأول من القرن العشرين . إلا أن هذه السيليكونات استخدمت على نطاق واسع فى تقوية مواد الآثار المختلفة التى عرضت للتلف الشديد وذلك منذ عام ١٩٤٣ . وهذه السيليكون عبارة عن مجموعة من المركبات التى تحتوى على

ذرات الاكسوجين والسيليكون بالإضافة إلى احتوائها على مجموعة من الراديكالات العضوية .

ولا شك أن هناك العديد من المواد الكيميائية المستخدمة فى ميدان علاج وصيانة الآثار والتى يصعب على الباحثين تحديد بدء إنتاجها أو استخدامها فى هذا المجال بل وحصرها جميعاً فى بحث واحد .

المراجع الأجنبية

- abd El Hady, M. (1986). The duiability of rhe limes and sand-stone monuments in the atmospheric conditions in Egypt, Warsaw Univ. Poland, p. 52 .
- Baldinucci, O. (1981) Vocabolario dell, arte del disegno , soc. Tip. classıci Italiani, Milano, P. 64 .
- Batchelor, E. (1978). Art conservation, Cincinnati Art Museum, Budapest, p. 10. conseıvation, IIC, vol. 35, No. 2, PP. 53-63.
- Board of Consultants and Engineeıs, (1968) Synthetic ıesins, New Delhi .
- Borghini, R. (1584). IL riposo, V, Florence .
- Cellini, B. (1857). Trattato della oreficeıia e della oreficeria e della Scultuıa, Firenze, p. 199 .
- Chunch, s. (1939). Paris, Vaımishes, Laquers and Colours, 9 th, ed. Washıngton, p. 27.
- Cinnino C (1943) Il Libro dellarte, Florence, PP. 79-90
- Coremans, p. (1965). Tıaining of Technical Personel Conserva-ton, 7 th geneıal Conf IC///on Ney Yoık, PP. 145 - 160 .
- Dentweil, p. (1987). Studies in Conseıvatıon, 12, London, p. 81.
- Eastlse L C (1960). Methods and Materials of painting of the great Schools andasters, New York, p. 170
- Faller, R. T. (1960) Studies on the offect of light on Protective Coatıngs, Bull, Amer., Croup 6, No. 1, p. 102 .
- Hemple, B. K. (1968) . Notes on the Conservation of Sculp-tures, London, p. 37 .
- Lauııe, M (1960) . Materials of the Painter's Cıaft, London, p. 164 .

- Lewis, T. (1937). A Latin dictionary for schools, oxford press, p. 217 .

- Lucas, A. (1948). Antiquitier : Their restoration and Preservation, 3rd ed London, p. 56 .

- Manares, R.R. (1972). On the treatment of stone Sculptures in the past, ICOMOS Rome, PP : 81 - 104 .

- Mora, p. and philippot, p. (1984) . Conservation of well Paintings, Butterworths, London, p. 103 .

- Morgan, H.. M. (1960) The ten Books on Architecure, New York, p. 260 .

- Morris, S (1894). History of art, London, p. 81 .

- Philippot, p. (1967). La restauration des des Scultures Polychroms, ICOM Committee Meeting, Bruxelles, PP. 11 - 35 .

- Rathgen F. (1905) The Preservation of Antiquities, Cambridge Univ Press, p 23 .

- Riederer, J, (1972) The Conservation of Gornan stone buildings Boligna, p 107 .

- Rossello, T (1574) Della Summa de Secreti Universali, Venezia, P 148 .

- Ruskin, G. (1890). The Lamp of memory, Moscow, p. 1921.

- Saleh, A.S. (1982). study of the reconstruction of the beard of the Sphinx, Part one, cairo, p. 5

- Salzer, T (1887) Zur Konservierung von Eisen, Alterhumen, Chemiker Zeitung, IIII P 7 .

الباب الثانى

علاج وصيانة الاحجار الأثرية



تكنولوجيا البناء فى مصر القديمة

لا شك أن إستخدام مواد البناء فى تشييد المبانى ومساكن للبشر وحظائر تأوى إليها الحيوانات كل ذلك ارتبط بالتطور الحضارى للإنسان المصرى القديم الذى أقام دعائم الحضارة الإنسانية فى صورتها المتكاملة .

فمنذ أن إنتقل الإنسان المصرى القديم من مرحلة الصيد والإنتقال من مكان إلى آخر بحثا عن حيوان يصيده أو يستأنسه ، وعرف حياة الإستقرار وسبل زراعة المحاصيل وجد أن الحاجة ماسة إلى مأوى يقيه شرور التقلبات الطبيعية الجوية وشرور الحيوانات المفترسة .

كما راح الإنسان المصرى القديم يقيم الأكواخ من سيقان النباتات الجافة والصلبة التى غطاها بطبقات من الطين لسد المساحات الموجودة بين حزم هذه السيقان .

وكان الكوخ بسيط البنيان إلا أنه كان خطوة هامة لاستقرار الإنسان المصرى فى وادى النيل وجعل حياته أكثر أمنا واستقرارا .

وبمرور الوقت أدرك الإنسان المصرى القديم بفطرته أن سيقان النباتات لا تستطيع الصمود فى وجه التغيرات الجوية المختلفة من رياح وأمطار فضلاً عن أنها لا توفر الأمان التام عند هجوم الحيوانات المفترسة ، لذلك سرعان ما استخدم البناء المصرى القديم جزوع النخيل فى إقامة دعائم كوخه ومنزله البسيط كما استخدم سعف هذا النخيل فى تغطية اسقف الأكواخ والمنازل ، كما أن تفكيره قد هداه إلى استخدام ألواح الخشب فى أقامة الأكواخ وذلك بدلاً من سيقان النباتات حيث كان البناء المصرى القديم يقوم بثقب الكوخ الخشبى ثقوباً مستطيلة وذلك لربط ألواح الخشب مع بعضها بواسطة الحبال التى صنعت من ألياف النباتات .

وتعتبر الأمثلة السابقة البدايات الأولى لمراحل تطور المنزل المصرى القديم وقد

بلغ هذا التطور مرتبة لا بأس بها مع تطور صناعة الطوب اللبن واستخدامه فى تشييد المنازل والمقابر المختلفة حيث صنع هذا الطوب من طمى النيل المخلوط بالمواد العضوية وغير العضوية مثل « القش الناعم أو المخلوط بالرمال الناعمة » للعمل على زيادة تماسك حبيبات الطين وإنتاج طوب يصلح مادة للبناء ويكون أكثر متانة ومقاومة لعوامل التجوية المختلفة .

ولا شك أن كثيراً من المقابر المصرية قد احتفظت لنا مناظرها المصورة ببعض عمليات صناعة الطوب ومراحل تشييد المبانى بتفاصيلها المختلفة والدليل على ذلك مناظر صناعة الطوب الموجودة بمقبرة الوزير رخميرع من الأسرة ١٨ ومع بداية عصر الأسرات انتقل الإنسان المصرى بحضارته إلى مستويات عليا فى سلم التطور الحضارى والتشييد المعمارى وذلك منذ أن صافحت يداه قطع الأحجار وعرف طريقه إلى محاجر الحجر الجيرى يقتطع منها كتل الأحجار المناسبة لإقامة معابده ، وأهراماته ومقابره .

ويعتبر هزم زوسر المدرج من الأسرة الثالثة فى سقارة أول بناء شيد من الحجر فى التاريخ وأول عمل معمارى منظم وأول تصميم هندسى أبدعته قريحة الإنسان ويتكون هذا الهرم من ستة مصاطب مختلفة المساحة حيث تقل مساحة المصطبات كلما إرتفع البنيان إلى أعلى . كما إستخدم فى تشييد هذا الهرم البديع كتل من الحجر الجيرى جلبها الإمسان المصرى من محاجر سقارة وهضبة الأهرام ومحاجر طرة والمعصرة وقد اتفق كثير من الباحثين على الرأى القائل بأن إهتمام فراعنة مصر بتشييد الأهرامات والمقابر كان ذلك إيذاناً ببداية ثورة جدبدة فى ميدان التطور الحضارى حيث وجه فراعنة مصر . وجوههم شطر المحاجر التى تتميز أحجارها بالمميزات الصالحة لأعمال البناء يقتطعون منها ما يشاؤن من أحجار لتشييد مقابرهم وأهراماتهم التى خلدت جلائل أعمالهم وحفظت لهم حضارتهم بكل صورها ورقيها حتى قال أحد المؤرخين أن الحضارة المصرية حضارة خالدة قامت على دعائم قوية لكونها شيدت من الأحجار الصلبة .

ولا شك أن التطور المعمارى وفنون هندسة التشييد المختلفة قد بلغت شأناً عظيماً ومرتبة سامية مع شروق فجر الأسرة الرابعة التى تميزت بوجود ملوك وحكام عظام اهتموا بأعمال البناء وخاصة إقامة الأهرامات ، والدليل على ذلك أهرامات خوفو ، وخفرع ومنقرع التى تشهد بأنها أروع ما توصلت إليه قريحة البشر من حيث دقة التصميم وروعة البناء وحسن اختيار مادة الحجر المستخدمة فى البناء وحسن إختيار المكان الذى اقيمت فوقه أهرامات الجيزة على هضبة صخرية صلبة .

وقد إختار فراعنة مصر أجود أنواع الأحجار الجيرية لتشييد أهراماتهم والتى اقتطعوها من هضبة الجيزة ثم كسوا أسطح الأهرامات بأحجار تتميز بجمال لونها الأبيض الناصع كما تتميز بشدة تماسك حبيباتها وقد توفرت هذه المميزات فى الأحجار التى اقتطعت من محاجر طرة والمعصرة .

ولا شك أن هذه المحاجر لعبت دوراً هاماً فى تطور الحضارة المصرية وذلك منذ الأسرة الثالثة وحتى الأسرة الثامنة عشرة كما استخدمت تلك الأحجار التى اقتطعت من هذه المحاجر فى اعمال التشييد واقامة العمائر المختلفة خلال العصر القبطى والإسلامى .

ومما سبق ذكره يمكن القول بأن الحجر الجيرى كان أسبق أنواع الأحجار إلى ميادين التشييد والبناء وأكثرها إستخداما لهذه الأغراض ، إذ ظل الحجر الجيرى مستخدماً فى إقامة المبانى حتى عصر الأسرة الثامنة عشرة والتاسعة عشرة وخلال هذه الفترة استخدم الحجر الرملى فى أغراض البناء جنبا إلى جنب مع الحجر الجيرى ثم شاع بعد ذلك استخدام الحجر الرملى بدلا من الحجر الجيرى فى إقامة المعابد المصرية وصناعة التماثيل المختلفة .

وان كان يمكن القول بأن هذين الحجرين قد استخدما جنباً إلى جنب فى بعض المعابد الموجودة فى أبيدوس والتى يعود تاريخها إلى عصر الأسرة الثامنة عشرة وذلك قبل أن يستحوذ الحجر الرملى على إهتمام فراعنة الأسرة الثامنة عشرة وما

بعدها الذين استخدموه على نطاق واسع فى أعمال البناء بدلا من الحجر الجيرى .

ويرى بعض الباحثين أن تفضيل نوع من الحجر عن غيره من الأحجار مرتبط بسياسة الفرعون حاكم البلاد لأن كل فرعون يريد أن يميز مبانيه وعمائره بنوع معين من الأحجار يختلف عن النوع الذى استخدمه غيره من الفراعنة فى إقامة عمائرهم .

الا أننا نرى ان هذا الرأى وغيره من الأراء قد غفلت الدور الذى لعبته أدوات ووسائل قطع الأحجار لأن استخدام نوع ما من الحجر عن غيره من الأحجار مرتبط بتطور أدوات قطع الأحجار فعلى سبيل المثال إستخدم الحجر الجيرى على نطاق واسع فى أعمال البناء مع بداية الأسرة الثالثة فى عهد الملك زوسر لأن الفراعنة كانت أدوات إقتطاع الأحجار لديهم ليست من الصلابة والكفاءة التى تمكنهم من إقتطاع الحجر الرملى فى ذلك الوقت ومنذ أن صنعوا أدوات قطع الأحجار من البرونز فى عصر الدولة الحديثة بدأوا يقتعون الأحجار الرملية ويستخدموها على نطاق واسع فى أغراض البناء وصناعة التماثيل .

وقد يذكر قائل بأن الفراعنة قد استخدموا أحجار الجرانيت فى عهد الدولة القديمة فى إقامة بعض الدعائم الموجودة بمعبد الوادى بالجيزة وهذه الأحجار تعتبر أصلد من الحجر الجيرى أو الرملى الا أنه يمكن القول بأن هذه الأحجار لم تقتطع بالوسائل والأدوات المعروفة وإنما وجدت عبارة عن كتل تساقطت من الجبال وقام البناؤن بتسوية اسطحها وجعلها صالحة لأغراض البناء .

ويلاحظ على أسطح هذه الدعامات التى إستخدم حجر الجرانيت فى تشيدها أن أسطحها خشنة غير ملساء لم تفلح أدوات ووسائل القطع الضعيفة فى تشذيب وتسوية أسطحها .

أهم محاجر الحجر الجيري والرملى المستخدمة فى بناء المبانى المصرية القديمة :

لا شك أن المعمار المصرى القديم قد نجح فى اختيار الأحجار الجيرية ، والرملية التى تتميز بمظهرها الناصع وسطحها المستوى وصلادتها العالية فى تشييد المقابر والمقاصير والأهرامات والمعابد .

والواقع أنه مع بداية استخدام الاحجار فى اعمال البناء فى مصر كتب للحضارة المصرية القديمة الخلود والبقاء شامخة على مر الزمن ، لأن الأحجار تعتبر أصلد مواد البناء وأكثرها مقاومة لعوامل الزمن وعوامل التلف والفناء المختلفة فهى تفوق فى مقاومتها لتلك العوامل أعواد النباتات والأخشاب الجافة التى استخدمها المصرى القديم فى تشييد منزله الأول كما أن الأحجار تعتبر أكثر مقاومة لما سبق ذكره من عوامل التلف من الطوب اللبن الذى استخدم على نطاق واسع فى تشييد المنازل والمقابر المصرية القديمة وخاصة منذ عصر الاسرات .

إلا أن كثيراً من المنشآت التى شيدت بالطوب اللبن لم تستطع مقاومة ـ عوامل التلف وأهمها المياه الأرضية فتعرضت للتهدم والفناء . وما بقى منها يحتاج إلى علاج وصيانة فورية تعيد إليها قوتها وتماسكها التى تأثرت كثيراً نتيجة ما تعرضت له بسبب التأثيرات الضارة لعوامل التلف المختلفة .

ويمكن القول بأن الحجر الجيرى يعتبر أول وأهم الأحجار التى ـ استخدمت فى أعمال البناء القديمة فى مصر وخاصة منذ عصر الاسرة الثالثة حتى الاسرة الثامنة عشرة إذ استخدم هذا الحجر فى تشييد هرم الملك زوسر بسقارة (الاسرة الثالثة) والذى يعتبر أول بناء فى التاريخ شيد من حجر . ثم بدأ الحجر يستخدم على نطاق واسع فى تشييد الأهرامات المصرية القديمة وخاصة أهرامات الجيزة التى شيدها ملوك الأسرة الرابعة خوفو وخفرع ومنقرع .

وإذا كانت هذه الأهرامات قد شيدت من أحجار جيرية محلية إلا أن أسطحها الخارجية قد كسيت بقطع من الحجر الجيرى الذى جلب من محاجر الحجر الجيرى بطرة والمعصرة وذلك نظراً لما تتميز به أحجار هذه المحاجر من مميزات عديدة جعلتها صالحة لأغراض البناء والتكسية وأهم هذه المميزات اللون الأبيض ناصع

البياض ، والصلادة العالية وخلوها من التشققات والمواد الشائبة التى قد تظهر على السطح أحياناً مثل حبيبات الرمال التى تختلط بكثير من الاحجار الجيرية .

ومن أجل التعرف على الدور التاريخى والمعمارى الذى لعبته محاجر الحجر الجيرى والرملى فى الحضارة المصرية القديمة فى عصورها الفرعونية واليونانية الرومانية والقبطية والإسلامية قام الدكتور محمد عبد الهادى بتحليل عينات من محاجر الحجر الجيرى والرملى التى لعبت دوراً هاماً فى تشييد العمائر الدينية والحربية القديمة فى مصر وخاصة المحاجر الآتية :

أولا : محاجر الحجر الجيرى Limestone quarries

(١) جبل المكس Max quarry

لازالت بقايا هذا الجبل تحتل الجزء الغربى للاسكندرية وقد استخدمت قطع الاحجار التى اقتطعت من هذا الجبل فى تشييد المسرح الرومانى وقلعة قايتباى بالاسكندرية ، وقد تكون هذا الجبل خلال عصر البلايستوسين pleistocene age وذلك بعد انحسار المياه عن هذه المنطقة ، ولهذا البب يعتبر الحجر الجيرى فى هذا الجبل غنياً بالمكونات العضوية المختلفة كما يعتبر هذا الحجر من نوع الحجر الجيرى البطروخى oolitic limestone ويتميز هذا الحجر بالمميزات الاتية : (صورة رقم ١) .

مميزات احجار المكس :ـ (١) أنه يحتوى على بلورات ذات شكل بطروخى مغطاة بطبقات من الكالسيت ، وكل بللورة تحتوى بداخلها على حبيات رمل أو بقايا صخور روسوبية أونارية .

٢ ـ بللورات الكالسيت الموجودة فى هذا الحجر تتراوح بين البلورات الكبيرة (صورة رقم ٢) الحجم وصغيرة الحجم والتى تحصر بينها فراغات مختلفة مما يجعل هذا النوع من الحجارة لا يتمتع بصلادة عالية .

٣ ـ يتميز هذا الحجر بوجود مركبات عضوية بأشكال مختلفة بين مكونات الحجر .

(٢) هضبة أبو رواش Abu Roash plateau

استخدمت هذه الهضبة محلياً فى أعمال البناء المصرية القديمة حيث أن الاحجار الجيرية التى اقتطعت من هذه الهضبة استخدمت فى تشييد هرم الملك «جدف رع» من الاسرة الخامسة فى هذه المنطقة وهضبة أبو رواش تكونت جيولوجياً فى زمن Turonian ويبلغ سمكها حوالى ٢٢م ويتميز الحجر الجيرى فى هذه الهضبة بعدة ميزات أهمها :ـ

مميزات أحجار أبو رواش :ـ يتميز هذا الحجر بوجود المكونات الآتية

[١] أن بللورات الكالسيت تتميز بحجمها المتناهى فى الصغر (أقل من ٢ ميكرون) . (صورة رقم ٣) .

[٢] تنتشر المكونات العضوية والحفريات ذات الأشكال المختلفة بين مكونات هذا الحجر .

[٣] وجود معادن الطفلة بين مكونات هذا الحجر .

(٣) هضبة أهرامات الجيزة Giza, plateau

كانت هضبة الجيزة المصدر الرئيسى الذى اقتطعت منه الاحجار الجيرية التى استخدمها المصريون القدماء فى تشييد أهرامات الجيزة وغيرها من المقابر الموجودة بالمنطقة كما نحت تمثال أبو الهول فى الجزء الغربى الجنوبى لهذه الهضبة .

ولا شك أن هذه الهضبة قد تعرضت لتغيرات جيولوجية هامة تركت بصماتها على مكونات الحجر الجيرى فى هذه الهضبة ومن أهم هذه التغيرات ما يلى :ـ

أ ـ تسرب بللورات الدولوميت بين مكونات هذا الحجر لذلك يعرف الحجر الجيرى فى هذه الهضبة بالحجر الدولوميتى Dolomitic Limestone . (صورة رقم ٤) .

ب ـ تسرب محاليل السيليكا حيث ينتشر وجود بللورات الكواتز بين مكونات هذا الحجر .

جـ ـ إعادة تبلور هذا الحجر .

والواقع أن هذه التغيرات الجيولوجية لم تكن قاصرة على هذه الهضبة وإنما تركت آثارها السابقة فى مكونات الحجر الجيرى الموجود بهضبة أبو رواش ومحاجر سقارة وجبل المقطم وقد ثبت أن هضبة الجيزة ومحاجر سقارة وجبل المقطم تتصل مع بعضها عند القاعدة وقد تكون الجزء العلوى لهضبة الجيزة فى زمن Lute-tian aga أما الجزء السفلى فقد تكون فى زمن Middle Eocene ومن أهم مميزات الحجر الجيرى فى هذه الهضبة ما يلى :ـ

مميزات الحجر الجيرى فى هضبة الجيزة :ـ

أ ـ البللورات المعدنية معظمها حجمها (أقل من ٢ ميكرون) وهى دقيقة وشديدة الترابط مع بعضها .

ب ـ بعض بللورات الحجر قد تركت أماكنها الأصلية مثل بعض بللورات الكالسيت نتيجة ما حدث من تغيرات جيولوجية فى هذا الحجر . (صورة رقم ٥).

[جـ] وجود بللورات معدنية مختلفة بين مكونات هذا الحجر .

[د] وجود بللورات الكوارتز ذات احجام مختلفة .

(٤) محاجر الحجر الجيرى فى سقارة Saqqara Limestone

وتعتبر هذه المحاجر من أقدم المحاجر التى استخدمت فى أعمال البناء القديمة فى مصر حيث استخدمت كتل الحجر الجيرى فى سقارة فى تشييد أقدم بناء فى التاريخ شيد من حجر وهو هرم الملك زوسر من الأسرة الثالثة .

وقد تكونت هذه المحاجر جيولوجيا فى زمن upper Eocene وتتصل هذه المحاجر عند القاعدة بهضبة الجيزة وجبل المقطم مما يجعلنا نعتقد أن هذه المحاجر قد تكونت فى أزمنة جيولوجية متقاربة وخضعت كما أسلفنا للتغيرات الجيولوجية المختلفة التى سبق الإشارة إليها عند الحديث عن محاجر الحجر الجيرى فى هضبة أبو رواش والجيزة .

ويعتبر الحجر الجيرى فى سقارة من الاحجار الجيرية التى تكثر بها نسبة الشوائب المعدنية مثل حبيبات الكوارتز والولوميت وكذلك المكونات العضوية من حفريات مختلفة كما ينتشر وجود معادن الطفلة بكثرة فى هذا النوع من الاحجار لذلك يطلق على هذه الاحجار مصطلح Claye Limestone « أى الحجر الجيرى الطفلى » (صورة رقم ٦) .

(٥) جبل المقطم Mokattam Formation

يشغل هذا الجبل المناطق التى تقع شرق قلعة صلاح الدين الأيوبى ويعتبر من الجبال التى لعبت دوراً هاماً فى أعمال التشييد خلال العصرين القبطى والإسلامى. إذ اقتطعت من هذا الجبل معظم كتل الحجر الجيرى التى استخدمت فى تشييد الكنائس القبطية بمصر القديمة وحصن بابليون ومعظم مساجد الفاطميين والإيوبيين والمماليك والعثمانيين بمدينة القاهرة .

وترسيبات الحجر الجيرى بجبل المقطم تعلو ترسيبات الحجر الجيرى فى المنيا وقد تكونت الأجزاء السفلى بجبل المقطم فى زمن upper middle Eocene بينما أجزاؤها العليا قد تكونت فى زمن Lowe upper Eocene

ويتميز الحجر الجيرى لجبل المقطم باللون الكريمى أو الرمادى وفى بعض الأجزاء يتميز باللون الاصفر الداكن . ويمكن القول بأن هذا النوع من الاحجار الجيرية يتميز بصلادته العالية وقلة ما به من شوائب ودرجة مساميته المنخفضة

ولهذه الأسباب أقبل عليه المصريون خلال العصرين القبطى والإسلامى وأستخدموا أحجاره فى مبانيهم المختلفة ويبلغ سمكه هذا الجبل حوالى ١٣٣م . ويتصل عند القاعدة بهضبة الجيزة وأبو رواش ومحاجر الحجر الجيرى بسقارة وقد تعرض لنفس التغيرات الجيولوجية التى تعرضت لها المحاجر السابقة والتى سبق الإشارة إليها فى حينها .

(٦) محاجر طرة والمعصرة Tura and Ma,asara quarries

استخدمت كتل الاحجار الجيرية التى نقلت من هذه المحاجر منذ الأسرة الثالثة فى تكسية الهرم المدرج الذى شيده الملك زوسر بسقارة كما استخدمت هذه الكتل لنفس الغرض فى تكسية أسطح الأهرامات الثلاثة التى شيدها ملوك الأسرة الرابعة خوفو وخفرع ومنقرع فوق هضبة الجيزة . وذلك لما تتمتع به هذه الاحجار من مميزات جعلناها صالحة لهذه الأغراض مثل درجة الصلادة العالية وسطحها الناعم الأملس وخلوها من الشوائب ولونها الأبيض . وتعتبر هذه المحاجر امتداداً لتكوينات الحجر الجيرى بمنطقة المعادى التى تعرف باسم Ma adi For ma-tiom والتى تكونت فى زمنupper Eocene

ويتميز الحجر الجيرى فى محاجر المعادى بلونه الضارب للاصفرار واللون الرمادى وفى بعض الأجزاء يتميز الحجر الجيرى بلونه المائل للبنى . كما يتميز هذا النوع من الاحجار باحتوائه على أنواع مختلفة من الحفريات والمكونات العضوية المختلفة وأن بللورات الكالسيت تتميز بحجمها الصغير إذا ما قورنت ببللورات الكالسيت الموجودة فى أحجار الحجر الجيرى بجبل المقطم وهضبة الجيزة ومحاجر سقارة . (صورة رقم ٧) .

(٧) محاجر الحجر الجيرى فى تل العمارنة Tell EL Amarna Limestone

تنسب هذه المحاجر إلى تكوينات الحجر الجيرى بالمنيا التى تعرف باسم Minia Formation والتى يبلغ سمكها حوالى ٨٠م وقد نحتت مقابر الأسرة الثامنة عشرة فى زمن اخناتون داخل محاجر تل العمارنة .

ويتميز الحجر الجيرى فى تل العمارنة باحتوائه على نسبة عالية من الشوائب مثل معادن الطفلة وحبيبات الكوارتز والحفريات المختلفة . كما تكونت محاجر الحجر الجيرى فى هذا التل فى زمنLower / Middle / Eocene

ويمكن القول بأن لون الحجر الجيرى فى هذا التل يتراوح بين اللون الكريمى والمائل للاصفرار بالإضافة إلى اللون الأبيض فى بعض الأجزاء .

(٨) جبل القرنة Qurna quarry

ينتمى هذا الجبل إلى تكوينات الحجر الجيرى فى طيبة « الاقصى والتى يطلق عليها » مصطلح Thebes Formation والتى تكونت فى زمن Lower Eo-cene ويشغل جبل القرنة الضفة الغربية لنهر النيل فى قرية القرنة بالاقصر حيث نحتت فى هذا الجبل كثير من مقابر ملوك وملكات ونبلاء الأسرات المصرية الثامنة عشرة والتاسعة عشرة والعشرين والحادية والعشرين ..... إلخ .

كما نحت فى هذا الجبل الجزء الخلفى لمعبد الدير البحرى الذى شيدته الملكة حتشبسوت من الأسرة الثامنة عشرة .

ويتميز هذا النوع من الحجر باحتوائه على نسبة عالية من معادن الطفلة التى يزيد حجمها عندما تتشرب كميات كبيرة من مياه الامطار وغير من مصادر الرطوبة المختلفة فتشكل ضغطاً خطيراً بين مكونات الاحجار مما يؤدى إلى تشرخ جدران المعابد والمقابر المنحوتة فى هذا الجبل كما يتميز هذا الحجر بلونه الكريمى والرمادى والأخضر .

ولا شك أن الحجر الجيرى فى هذا الجيل يحتوى على العديد من الشوائب المختلفة مثل الحصى وحبيبات الكوانز كما أن بلورات الكالسيت تتميز بحجمها الصغير ومعظمها قد تكون داخل الفوالق والشقوق الموجودة بالحجر كما يحتوى هذا الحجر على العديد من أنواع الحفريات المختلفة (صورة رقم ٨) .

* * * *

ثانيًا : محاجر الحجر الرملى :-

لعل من أهم محاجر الحجر الرملى التى لعبت دوراً بارزاً فى أعمال البناء القديمة فى مصر جبل السلسلة الذى يقع بين ادفو وأسوان ومحاجر الحجر الرملى بادفو أما محاجر الحجر الرملى الأخرى فما زالت بحاجة إلى دراسة أثرية وعلمية تطبيقية تكشف النقاب عن دورها فى أعمال البناء القديمة :

(١) الجبل الأحمر Gebel Ahmer

يشغل هذا الجبل المناطق التى تقع شرق مدينة القاهرة حتى مدينة السويس وقد تكونت ترسيباته فوق الترسيبات الحجرية التى تكونت فى زمن upper Eocene أما هذا الجبل فقد تكون فى زمن oligigcene .

ويتميز الحجر الرملى فى هذا الجبل باحتوائه على بللورات الكوارتزيت المتحولة عن الحجر الرملى ذات الألوان المختلفة التي من أهمها الرمادى والمائل للأحمرار وفى بعض الأجزاء يتميز الحجر بلونه الأصفر .

وحجر الكوارتزيت يعتبر من الأحجار المتحولة التى تتميز بصلادتها العالية إلا أن الأحجار فى الجبل الأحمر لم تتحول تحولا كاملا لأن حبيباتها ما زالت ترتبط باكسيد الحديد اللامائى Heamatite كما يتميز هذا الحجر باحتوائه على بقايا نباتية مختلطة بالسيليكا وخاصة جذوع الأشجاع السيليكية siliceous tree trunks كما يمكن القول بأن سمك هذا الجبل يبلغ حوالى ٥٠٠متر .

ولا شك أن كتل الأحجار التى اقتطعت من هذا الجبل قد استخدمت فى أعمال البناء القديمة وخاصة فى الكنائس القبطية بمصر القديمة والعديد من المساجد الإسلامية بمدينة القاهرة الا أن تمثالى ممنون Colossi of Memnon القائمين بالضفة الغربية لنهر النيل فى قرية القرنة بالأقصر يعتبران أبلغ دليل على استخدام حجر الكوارتزيت الرسوبى الذى أخذ من هذا المحجر فى صنع بعض التماثيل الفرعونية .

(٢) جبل السلسلة Gebel EL silsilah

(٣) محجر ادفو Edfu quarries

يعتبر هذان المحجران من أهم مصادر الأحجار الرملية التى لعبت دوراً هاماً فى تشييد العديد من المعابد المصرية القديمة فى مصر العليا مثل معبد الكرنك ومدينة هابو والرمسيوم كما استخدمت محاجر الحجر الرملى بادفو فى تشييد معبد حورس بادفو ومعبد اسنا ومعبد كوم امبو .

ويمكن القول بأن هذه المحاجر تنتمى إلى تكوينات الحجر الرملى النوبى الذى يعرف باسم Nubian formation والواقع أن الحجر الرملى النوبى يشغل بعض مناطق مصر العليا وقد تكون هذا النوع من الحجر فى زمن Cretaceous وكذلك cenomanian ويبلغ سمك جبل السلسلة حوالى ١٤٠م ولا نعرف حتى الآن سمك محاجر الحجر الرملى بادفو ويعتبر الحجر الرملى فى تلك المحاجر أقل صلادة من حجر الكوارتزنيت الموجود فى الجبل الأحمر وذلك لأن المادة الرابطة التى تربط بين حبيبات الكوارتز فى هذين المحجرين هى مادة كربونات الكالسيوم وهى أقل صلادة من اكسيد الحديد (الهيماتيت) كما أن الحجر الرملى فى تلك المحاجر يتميز بمساميته العالية ولذلك فإن هذا النوع من الأحجار يمتص كميات كبيرة من المياه الأرضية والتى لعبت دوراً هاماً فى تلف كثير من المعابد التى شيدت بكتل الاحجار الرملية التى جلبت من جبال السلسلة وادفو .

ويحتوى الحجر الرملى فى تلك المحاجر على معدن الكوارتز وهو معدن اساسى بالإضافة إلى كربونات الكالسيوم ومعادن الطفلة (صورة رقم ٩ ، رقم ١٠) .

مقدمة عن نشأة الصخور

- من المعروف أن الصخور Rocks الموجودة فى الطبيعة تشكل مادة البناء الرئيسية التى تتكون منها القشرة الأرضية كما أنها تعتبر فى نفس الوقت مادة البناء الأساسية التى استخدمها الإنسان عصور التاريخ المختلفة فى أغراض البناء المتعددة ؛

ويمكن القول بأن كل أنواع الصخور هى عبارة عن أحجار stones إذا ما تم اقتطاعها من المحاجر بأحجام منتظمة لاستخدامها فى شتى أغراض البناء وإقامة الطرق وفى هذه الحالة يطلق عليها مصطلح Fabricated- stone أى الحجر المقتطع ذى الابعاد المنتظمة .

أو مصطلح Dimension - stone وهو ما يعنى هذا المعنى وذلك لاستخدامه فى اغراض البناء بشرط أن يكون خاليًا من الشقوق والشروخ والعيوب المختلفة ويتميز بسطحه الناعم وصلادته المناسبة التى تجعله مادة صالحة للبناء .

وكانت هذه المميزات هى التى اعتمد عليها القدماء المصريين فى إختيار مواد البناء الصالحة كما أنها كانت وراء بحثهم الدؤوب عن الأحجار الجيدة لإقامة أهراماتهم ومعابدهم ومقابرهم ومقاصيرهم وغيرها من المنشآت الدينية .

وللحقيقة فإنه لا توجد كتلتان من الحجر متشابهتان تمام التشابه حتى ولو اقتطعتا من محجر واحد وكانتا إلى جوار بعضهما فى هذا المحجر فهناك بلا شك إختلاف فى التكوين المعدنى وغير المعدنى لهذه الصخوروإختلافات متعددة فى الخصائص الفيزيائية والكيميائية .

ويمكن القول بأن التاريخ الجيولوجى Geological history لهذه الصخور سواء الموجودة فوق القشرة الأرضية أو ما زالت موجودة أسفل هذه القشرة ضارب فى القدم فربما يبلغ عمر هذه الصخور أكثر من ٣٨٠٠ مليون سنة .

وعموما كانت هذه الصخور أثناء فترة التكوين الأولى عبارة عن مواد معدنية

منصهرة أخذت تبرد بالتدريج إلى أن تشكلت القشرة الصلبة والتى تعرضت بدورها إله عوامل التعرية Weathering Processes مثل الامطار والرياح والحرارة والرطوبة التى تسببت فى تكسير صخور هذه القشرة وتفتيت الكثير من أجزائها إلى حبيبات معدنية مختلفة الحجم والتى حملت بعيداً عن موطنها الأصلى بواسطة عوامل النقل Transporting agents مثل الأمطار والمياه الجارية والرياح ونقلها إلى أماكن أخرى حيث هبطت وترسبت وتجمعت إلى جوار بعضها وبمساعدة العوامل والمواد المعدنية الموجودة فى الأماكن التى نقلت إليها الحبيبات التصقت هذه الحبيبات المعدنية مع بعضها بمواد رابطة مختلفة سواء أكانت روابط كربوناتية أو أكاسيد حديد أو معادن طفلية وتكونت فى النهاية الصخور الرسوبية ؛ والكثير من هذه الصخور تعرضت لإعادة الانصهار وتفتيت الحبيبات إلى أن وصلت إلى مرحلة التصلد وتماسك الحبيبات كما أن الكثير من هذه الصخور تعرضت لعوامل أدت إلى تغييرات طبيعية لحبيباتها المعدنية وتكونت فى النهاية الصخور المتحولة Metamorphic Rocks وهى عوامل الضغط والانفعالات والحرارة العالية والتغيرات الكيميائية التى استطاعت أن تغير شكل وطبيعة الصخور الرسوبية والنارية وتحولها إلى صخور متحولة بواسطة ميكانيكا التحول Mechansim of Metamorphism ومصطلح Metamorphism يعنى التغير فى الشكل والطبيعة Change in form and nature

ـ والصخور على إختلاف أنواعها نارية ورسوبية أو متحولة تحتوى على مجموعة من المعادن بنسب مختلفة تختلف باختلاف أنواع الصخور والمعادن Minerals عبارة عن مواد طبيعية غير عضوية Natural and inorganic Substances ذات اشكال بللورية منتظمة تميز كل معدن عن غيره من المعادن وتعكس فى نفس الوقت التركيب الذرى الداخلى لهذا المعدن كما أن هذه المعادن تتميز بتكوين كيميائى محدد Definite Chemical Composition فى الظروف العادية .

ـ ويمكن القول بأنه يوجد حوالى ٢٥ معدن يشكلون بصورة فردية أو على هيئة تجمعات معدنية المحتوى المعدنى للصخور والاحجار المستخدمة فى أغراض البناء .

وتنقسم الصخور إلى ثلاثة أنواع أو مجموعات رئيسية طبقا لظروف نشأتها وأماكن تكوينها كما يلى :ـ

(١) الصخور النارية Igneous Rocks

(٢) الصخور الرسوبية Sedimentary Rocks

(٣) الصخور المتحولة Metamorphic Rocks

والصخور النارية أو الصخور الجماتية Magmatic Rocks هى تلك الصخور التى تكونت وتبلورت فى صورتها الأولية من الحمم والصهير السيليكاتى

سواء فى أعماق الأرض أو فوق سطح القشرة الأرضية وعلى هذا الاساس فإن أهم خصائص هذا النوع من الصخور وخاصة الملمس Texture والنسيج Fab-ric يعتمد إلى حد بعيد على الظروف التى تكونت وتبلورت فيها هذه الصخور ومن أهم أنواع هذه الصخور الجرانيت بأنواعه المختلفة والبازلت والجابرو والاحجار اليورفيريه porphyritic

وغير ذلك من الصخور النارية التى استخدمت فى تشييد العناصر المعمارية المختلفة التى تتكون منها المنشآت الأثرية التى يعود تاريخها سواء إلى العصور الفرعونية أو الرومانية اليونانية أو القبطية أو الأسلامية ،

وهناك بعض الدراسات الجيولوجية التى تقسم مجموعة الصخور النارية طبقا لمحتوى السيليكا فى كل نوع من أنواع هذه الصخور كما يتضح فى الجدول التالى .

	٦٥٪ : ٧٥٪ حمضية Pumic obsidion	نسبة السيليكا ٥٥٪ : ٦٥٪ وسطية Andesite	من ٤٥٪ : ٥٥٪ قاعدية البازلت Basalt	من ٣٥٪: ٤٥٪ فوق قاعدية
	الكوارتز	البورفرى Porphry	Dolorite	
	Granodiorite Granite	Diorite ديوريت Syete سياستى	الجابرو Gabbro	Some Serpentine

والواقع أن الصخور تكون صلدة فى أعماق الأرض إلا أنها تتحول إلى مواد معدنية منصهرة إذا ما تعرضت لارتفاع شديد فى درجة الحرارة وضغوط وانفعالات داخلية ففى مثل هذه الظروف تبدأ المجما أو الصهير المعدنى فى التحرك إلى أعلى بين طبقات القشرة الأرضية التى أن تخرج من الشقوق والفجوات الموجودة فى سطح القشرة الأرضية على هيئة مقذوفات بركانية منصهرة التى تترسب فوق سطح القشرة الأرضية وتبرد سريعاً مكونة الصخور النارية غير المتبلورة ذات النسيج الزجاجى أو الصخور المتبلورة ذات الحبيبات المعدنية صغيرة الحجم ويطلق على هذا النوع من الصخور النارية الصخور البركانية Volcanic Rocks أو الصخور النارية الخارجية Extrusive Rocks أى الصخور التى تكونت على سطح القشرة الأرضية .

أما المصهورات المعدنية الرئيسية Magior intrusions التى تكونت فى أعماق الأرض أسفل القشرة الأرضية فإنها تبرد ببطء مكونة صخور نارية تتكون من حبيبات خشنة والتى يمكن التعرف على أنواعها تحت الميكرسكوب الضوئى .

وقد سبق أن أشرنا إلى أن الصخور النارية تحتوى على نسبة عالية من المعادن السيليكاتية والتى على أساسها أمكن تقسيم هذه الصخور إلى أنواع معروفة وكما يتضح من الجدول السابق أن الصخور النارية التى ترتفع فيها نسبة السيليكا تعرف

باسم الصخور النارية السليسيه Siliceous igneous Rocks كما تسمى هذه النوعية من الصخور باسم الصخور الحمضية أما الصخور النارية التى تقل فيها نسبة السيليكا أو تعتبر فقيرة فى السيليكا فهى تعرف باسم الصخور النارية القاعدية Basic igneous rocks. أو الصخور النارية فوق القاعدية Utra - basic Rocks.

الصخور النارية

يطلق الجيولوجيون على الصخور النارية مصطلح الصخور الأولية Primary Rocks لأنها تكونت من الصهير السيليكاتى الأولى الحار Hot original silicate melt الذى يسمى بالمجما وعندما تبرد هذه المجما ببطء داخل القشرة الأرضية فإن تبلور المعادن الموجودة فى هذه المجما يتم بصورة بطيئة وفى مثل هذه الظروف تتكون بلورات معدنية خشنة Coarse / grained - Crystals ومن أمثلة الصخور النارية التى تكونت فى مثل هذه الظروف الجرانيت والديوريت والسنيت والجابرو أما إذا تعرضت المجما لعوامل جعلتها تبرد بسرعة عند سطح القشرة الأرضية أو فوق هذا السطح فإن المعادن التى تتكون منها المجما تتبلور على هيئة بلورات دقيقة ومن أمثلة الصخور النارية التى تكونت فى مثل هذه الظروف البازلت والفلسيت وقد سبق أن أشرنا إلى أن الصخور النارية يمكن تقسيمها طبقاً لنسبة معدن السكوارتز بها إلى مجموعات معروفة .

وهناك تقسيم آخر لتلك الصخور يعتمد على أساس المحتوى المعدنى لتلك الصخور Mineral content .

وذلك أن بها صخور نارية تحتوى على بللورات معدنية خشنة وهى على الصخور النارية داخلية المنشأة كما أن هناك صخور نارية تحتوى بللورات معدنية دقيقة أو غير متبلور وهى الصخور .

الصخور النارية الخارجية

* النسيج * Texture

تتميز الصخور النارية بأنواع معينة من النسيج طبقا لحجم وشكل البللورات

المعدنية الأساسية الموجودة فى هذه الصخور فهناك الصخور النارية ذات النسيج الخشن وهناك الصخور ذات النسيج المجماتى .

١ ـ **النسيج الخشن** :ـ يميز هذا النسيج الصخور النارية التى تحتوى على معادن تبلورت ببطء وفى ظروف متشابهة مثل معادن الكوارتز والميكا .

٢ ـ **النسيج الدقيق** :ـ ويميز الصخور النارية التى تبلورت معادنها بسرعة عند سطح الأرض أو فوق هذا السطح وخاصة صخور البازلت والفلسيت .

٣ ـ **النسيج الخشن الدقيق** :ـ ويمير هذا النسيج الصخور النارية التى تحتوى على بلورات معدنية دقيقة وأخرى خشنة ووجود هذه البلورات المعدنية داخل التركيب البنائى لتلك الصخور يوضح أن تلك البلورات المعدنية قد تكونت فى ظل ظروف مختلفة التبلور فعلى سبيل المثال البلورات المعدنية ذات الحجم الكبير يمكن القول بأنها تبلورت أولاً أما البلورات المعدنية ذات الحجم الصغير فقد تبلورت بعد ذلك بالقرب من سطح القشرة الأرضية أو فوق هذا السطح ومن أمثلة الصخور التى تحتوى على مثل هذه البلورات المعدنية الصخور الجرانيتية البورفيرية .

٤ ـ **النسيج المجماتى** :ـ ويميز الصخور النارية التى تحتوى على عروق معدنية مختلفة .

٥ ـ **نسيج فاتح** :ـ يميز الصخور النارية التى تحتوى على عروق معدنية ذات لون فاتح .

* ألوان الصخور النارية *

تتميز الصخور النارية بألوانها المختلفة ومن بينها الجرانيت الذى يتميز بألوانه المتعددة أما الصخور النارية مثل الجابرو والبازلت فتتميز باللون الأسود ومن المعروف أن المجما الحامضية التى تحتوى على نسبة عالية من السيليكا تتبلور إلى صخور نارية تحتوى على نسبة عالية من الارتوكليزو الكوارتز ونسبة قليلة من المعادن

السوداء مثل الهورنبلند Hornblend والميكا السوداء Black Mica على العكس من ذلك فإن المجما القاعدية Basic Magma التى تحتوى على نسبة قليلة من السيليكا فإنها تتبلور إلى صخور نارية يغلب عليها اللون الأسود والرمادى نظراً لاحتوائها على الهورنبلند والبلاجيوكليز Plagioclase (صورة رقم ١١) ويمكن القول بأن لون الصخور النارية يتوقف على ما تحتويه هذه الصخور من معادن الفلسبار التى تتراوح نسبتها فى هذه الصخور ما بين ٥٠٪ إلى ٧٥٪ ومن المعروف أن الوان فلسبار الجرانيت والسينيت تتراوح بين اللوان الأبيض والأحمر الداكن والفاتح الوردى بينما صخور الديوريت والجابرو فتتراوح ألوانها الرمادى والاسود وصخور السينيت يطلق عليها مصطلح الصخور الجرانيتية التى تخلو من الكوارتز وتحتوى على نسبة عالية من معدن الفلسيار أما صخور الديوريت فتحتوى على نسبة عالية من الفسبار والهورنبلند .

الصخور المتحولة

من المعروف أن معظم أنواع الصخور الموجودة أسفل القشرة الأرضية تكون معروضة دائما لدرجات حرارة مختلفة وضغط وتغيرات كيميائية ناشئة عن التشكيل المستمر الأرضية وفى مثل هذه الظروف تتعرض المعادن الأصلية التى تتكون منها الصخور إلى إعادة تبلور بالإضافة إلى نشأة معادن جديدة يطلق عليها مصطلح المعادن الثابتة الجديدة New Stable minerals

وهذه المعادن سواء أكانت المعادن الأصلية التى إعيد تبلورها أو المعادن الجديدة التى تسببت الظروف والعوامل السابقة فى نشأتها وتكوينها وتتكون منها الصخور المتحولة .

وهناك مرحلتان اساسيتان للتحول

أولهما :ـ التحول الناشئ عن درجات الحرارة المرتفعة Thermal Metamorphism أسفل القشرة الأرضية بسبب تسرب كميات هائلة من المجما فى أماكن مختلفة فى هذه القشرة .

ويعرف هذا النوع من التحول باسم التحول الحرارى Thermal Metamorphism أو التحول بالاتصال Contact Metamorphism

وثانيهما :ـ التحول الذى يكون مصاحباً دائما لعمليات بناء وتشكيل الهضاب والمرتفعات ويعرف باسم التحول النطاقى Regional Metamorphism

والواقع أن معظم أنواع الصخور تكون معرضه للتحول وإعادة تبلور مكوناتها المعدنية حيث يترتب على عمليات التحول نشأة نوع جديد من الصخور له خصائصه ومميزاته واستخداماته ويمكن القول بأن معظم أنواع الصخور المستخدمة فى أعمال البناء القديمة والحديثة قد نشأت عن الصخور النارية والرسوبية وخاصة الرخام الذى تحول عن الحجر الجيرى ، والكوارتزيت الذى تحول عن الحجر الرملى أما النيس والشست فقد تحولا عن الصخور النارية ؛

التحول الحرارى

من المعروف أن درجات الحرارة المنخفضة ينشأ عنها صخور متحولة ذات حبيبات دقيقة بينما درجات الحرارة العالية والضغط المرتفع يتسببان فى نشأة الصخور المتحولة ذات النسيج الخشن فعلى سبيل المثال نجد أن كربونات الكالسيوم Caco 3 التى تعتبر المعدن الأساسى فى الصخور الجيرية عند تعرضها لدرجات حرارة عالية وضغط مرتفع يعاد تبلورها تدريجيا وتتحول إلى معدن الكالسيت ذى البلورات ذات الحجم المتشابه تقريباً وهكذا يتحول الصخر الجيرى الاصلى إلى الرخام والرخام الحقيقى True marble لا يحتوى على بقايا الحفريات التى كانت موجودة فى الصخر الجيرى قبل أن يتحول ويعاد تبلور مكوناته المعدنية .

أما المعادن الأخرى الموجودة فى الصخر الجيرى والتى لم تتحول بالحرارة والضغط فإنها تتحول إلى معادن جديدة بفعل التفاعلات الكيميائية وهذه المعادن الجديدة هى التى تكسب الرخام الوانه المختلفة وأشكاله المعروفة .

التحول النطاقى أو المكانى

هذا النوع من التحول يعتبر من التحويلات الصخرية الأكثر شيوعاً وإنتشاراً ويحدث دائما فى المناطق التى يتم فيها تكوين وبناء الهضاب والمرتفعات الجبلية حيث تكون الصخور فى تلك المناطق معرضه للضغوط والاحمال والانفعالات فعلى سبيل المثال نجد أن المعان الموجوة تتشكل بفعل هذه الضغوط وتصبح ذات أبعاد وزوايا محدده وهذا ما يحدث لمعادن الميكا والكلوريت والصخر الذى يحدث لمعادنه مثل هذه التغيرات يسمى الاردواز Slate .

ولا شك أن درجة التحول وما يصاحبها من تفاعلات فيزيائية كيميائية تؤثر إلى حد بعيد عن حجم البلورات المعدنية فدرجات التحول المنخفضة Low metamorphism degrees . تؤدى إلى تكوين الرخام ذى الحبيبات الدقيقة بالإضافة إلى النيس الجرانيتى Granite gneiss بينما تتسبب درجات التحول العالمية Hign metamorphism degree فى تكوين الشست والرخام بشتى أنواعها .

نسيج الصخور المتحولة

تتميز المعادن التى تتكون منها الصخور المتحولة بشدة تماسكها الداخلى الأمر الذى يؤثر على تسيج الصخور فنسيج هذه الصخور مرتبط إلى حد بعبد بما يلى :

(١) أنواع المعادن الموجودة فى هذه الصخور .

(٢) حجم بلورتها .

(٣) درجة التبلور ذاتها .

وعلى هذا الأساس يمكن تمييز أنواع النسيج الآتية فى هذه الصخور

(١) النسيج الدقيق جداً : Micro crystaline Texture

ويميز الصخور المتحولة التى تحتوى على صفائح الميكا والمعادن الأخرى ذات

النظام التبلورى المتوازن .

(٢) النسيج الحبيبى . Granoblastic†

ويميز الصخور المتحولة التى تحتوى على معادن ذات حجم متساوى كتلك المعادن الموجودة فى الرخام والكوارتزيت والعديد من أنواع النيس الجرانيتى .

(٣) النسيج البورفيرى Prophyroblastic . T وهو تشبه نسيج الجرانيت البورفيرى حيث توجد المعادن ذات الحجم الصغير وهى تحيط بالمعادن ذات الحجم الكبير فى الصخور المتحولة .

التكوين المعدنى للصخور المتحولة

من المعروف أن المعادن التى تدخل فى تكوين الصخور المتحولة ذات أصول متعددة على النحو الآتى :

١ ـ معادن مشتقة من الصخور النارية الرسوبية : مثل الفلسيارات والميكا والهورنبلند والكوارتز والدولوميت والكالسيت .

٢ ـ معادن تكونت حديثًا بفعل عمليات التحول مثل بعض أنواع الميكا والكلوريت والجارنت والسرنبتين وغيرها من المعادن .

٣ ـ المعادن الملونة Pigment minerals مثل الهمائيت والجنيتيت والجرافيت واللاجيوكليز .

أهم أنواع الصخور المتحولة

ا ـ النيس : Gneises

وهو عبارة عن صخر يشبه فى مظهره الخارجى صخر الجرانيت مع اختلاف ترتيب حبيباته المعدنية التى تأخذ شكلاً متوازياً أو غير متوازى ويتميز النيس بقوة تماسك الحبيبات المعدنية إلا أن مناطق إنفصام الميكا تعتبر أضعف المناطق فى هذا

الصخر الذى ينفصم وينكسر عند هذه المناطق .

(٢) **الشست** : Schist .

وهو صخر متحول عن الصخور النارية ويشبه النيس إلا أن المناطق المتوازية التى تحتوى على المعادن المختلفة تعتبر أضيق من المناطق الموجودة فى النيس كما أن الشست لا يحتوى غالبًا على الفلسبار أو الكوارتز .

بينما يحتوى على نسب مختلفة من الميكا والهورنبلند ويتميز بقوته المناسبة التى تجعله صالحًا للاستخدام فى أعمال البناء المختلفة .

(٣) **الرخام** Marble .

يعتبر هذا الصخر أشهر أنواع الصخور المتحولة التى تستخدم فى أعمال البناء والرخام يحتوى على لورات معدنية مختلفة متماسكة مع بعضها ولكن اشهر هذه البلورات المعدنية .

الكالسبت والدولوميت ويتميز الرخام بألوان المختلفة مثل الأبيض والرمادى والأخضر بدرجاته المختلفة ومن أشهر المعادن التى تكسب الرخام الوانه المختلفة الجرافيت والمبسكا وغيرها من المعادن الملونة الأخرى التى سبق الإشارة إليها (صورة رقم ١٢).

(٤) **السربنتين** serpentine *

ويسمى هذا الصخر أحيانًا باسم الرخام السرينثيتى serpentine-Marble وهو يحتوى أساسًا على معدن السربنتين وسيلبكات المغنسيوم بالإضافة إلى وجود عروق الكالسيت والمغنسيوم ويتميز هذا الصخر بلونه الأخضر الجميل الأمر الذى جعله أكثر استخدامًا فى الاستخدامات الفنية وزخرفة جدران المنشآت المختلفة ولهذا السبب يطلق عليه أحيانا اسم الحجر الاخضر Green . stone

(٥) الحجر الأخضر Green stone

وهو صخر متحول عن الصخور النارية القاعدية ويشتهر بلونه الأخضر الجميل الناتج عن وجود الهورنليز والكلوريت وغيرهما من المعادن التى تكسب الصخور الوانا خضراء .

(٦) الكوارتزيت quartzite

سمي هذا الحجر أو الصخر بهذا الاسم نظراً لاحتوائه أساسا على بلورات الكوارتز التى أعيد تبلورها وهو يعتبر أشهر أنواع الصخور المتحولة التى تحولت من الصخور الرملية الرسومية .

ونظراً لصلادة هذا النوع من الصخور فإن اقتطاعه من محاجرة لا يعتبر من العمليات البسيطة ولتحقيق هذا الغرض نستخدم ادوات وعمليات قطع مناسبة لتحقيق هذا الهدف .

وهناك بعض أنواع الاحجار الرملية التى تتميز بوجود مادة السيليكا التى تربط بين حبيباتها والتى يطلق عليها فى الغالب اسم الكوارتزيت .

ويتميز الكوارتزيت بلونه الأبيض أو الأصفر الفاتح والأحمر إذا كان يحتوى على نسبة عالية من اكاسيد الحديد .

واللون الأخضر الفاتح إذا كان يحتوى على الكلوريت أو الهورنبلند أو الميكا .

(٧) الإردواز slate

وهو صخر متحول يتميز بدقة حجم حبيباته وقد تحول فى ظل درجات تحول منخفضه وهذا الصخر لا يعتبر من الصخور التى شاع استخدمها فى اعمال البناء القديمة كما أنه يتميز يقونه العالية ودرجة ثباته العالية durability عند تعرضه للتغيرات الفيزيائية والكيميائية المختلفة .

الصخور الرسوبية * Sedimentary Rocks *

تسمى هذه النوعية من الصخور باسم الصخور Derived-Rocks والتى

تكونت من الحبيبات المعدنية لصخور سبق تكوينها مثل الصخور النارية والصخور المتحولة والتى تساقطت حبيباتها بفعل عوامل التجوية المختلفة وقامت الرياح والمياه الجارية بنقل هذه الحبيبات المعدنية إلى أماكن الترسيب حيث تكونت الصخور الرسوبية من تلك الحبيبات المعدنية ذات المصادر الصخرية المختلفة ونظراً لتعدد مصادر هذه الصخور وإختلاف تكويناتها المعدنية فإنه يصعب تصنيفها أو تقسيمها إلى أقسام محددة ولكن يمكن أن نميز بين نوعين رئيسين من هذه الصخور .

(ا) الرسوبيات التى تكونت من فتات الصخر :-

وهذا النوع من الرسوبيات يتكون من فتات الصخور والمعادن التى سبق تكوينها وقد انتقلت هذه الفتات بعد تساقطها من مصادرها المعدنية والصخرية الأصلية بفعل عوامل الجوية من حرارة ورطوبة ورياح وامطار ونحو ذلك وقامت الرياح والمياه الجارية بنقل هذه الفتات إلى أماكن الترسيب حيث تكون هذا النوع من الرسوبيات .

(٢) الرسوبيات الكيميائية والعضوية :-

وقد نشأ هذا النوع من الرسوبيات نتيجة عوامل الترسيب الكيميائية وخاصة بعد تبخر مياه البحر المالحة ومثل هذه الرسوبيات وخاصة العضوية قد تتكون نتيجة النشاط العضوى للكائنات الحية الدقيقة فى مياه البحار والبحيرات المالحة .

وهناك بعض الدراسات الجيولوجية تقسم النوع الأول من الرسوبيات طبقاً لحجم الحبيبات المعدنية التى تتكون منها .

وعلى سبيل المثال فإننا نجد الأنواع الآتية من هذه الرسوبيات

(١) الرسوبيات ذات الحبيبات المعدنية المستديرة (الجلمودية)

Ruda ceous sediments

وتحتوى هذه الرسوبيات على نسبة عالية من الحبيبات المعدنية (٥٠ ٪) والتى

يبلغ حجم حبيباتها (أكثر من ٢م) وإذا كانت هذه الحبيبات تتميز باستدارتها فإن الصخور التى تحتوى على هذه النوعية من الحبيبات تسمى الجلامية .

أما إذا كانت الحبيبات المعدنية تتميز بأنها ذات زوايا محدودة لإطارها الخارجى سميت الصخور التى تحتوى على هذه النوعية من الحبيبات بالبريشيا Breccia

(٢) الرسوبيات الرملية والجيرية

ويتميز هذا النوع من الرسوبيات باحتوائه على حبيبات معدنية يتراوح قطرها بين ٢ م إلى ١ م وهناك ثلاث أنواع رئيسية من تلك الرسوبيات .

أولها :-

وهى تتمثل فى الاحجار الرملية الفلساثية Felspathic sandstone التى تحتوى على نسبة من الحبيبات المعدنية التى جاءت من الصخور الجرانيتية .

ثانيها :

وهى تتمثل فى الحجر الرملى ذى اللون الرمادى greywackes والذى يحتوى على حبيبات معدنية تكونت فى المياه الضحلة ويقل قطرها عن ٠٦ وم .

ثالثهما :-

الاحجار الرملية من نوعquartzose وهذا النوع من الاحجار الرملية يتميز بشدة تماسك حبيباته المعدنية .

(٣) الرسوبيات الطينية :-

ويتميز هذا النوع من الرسوبيات باحتوائه على حبيبات معدنية يقل قطرها عن ٦ر م وخاصة حبيبات السيليكا ومعادن الطفله والرسوبيات التى تحتوى على حبيبات معدنية خشنة تسمى الاحجار الغرينية Siltstones

أما الرسوبيات التى تحتوى على حبيبات معدنية دقيقة الحجم تسمى الاحجار

الطينية Mudstones

أما النوع الثالث من الرسوبيات وهى الرسوبيات الكيميائية والعضوية فيقسمها علماء الجيولوجيا إلى أقسام مختلفة طبقاً لتركيبها الكيميائى أكثر من الاعتماد على حجم حبيباتها المعدنية عند التقسيم .

النسيج Texture

نسيج الصخور على اختلاف انواعها يعبر عن حجم وشكل الحبيبات المعدنية التى تتكون منها هذه الصخور ودرجة تماسكها وطريقة ترتيبها وخصائصها الفيزيائية من مساميه وكثافة .

وطبقاً لحجم وشكل الحبيبات فإن الصخور الرسوبية تحتوى على حبيبات معدنية مختلفة الحجم والشكل طبقا لنوع الصخور وظروف تكوينها . واماكن التكوين ويتراوح شكل هذه الحبيبات ما بين الحبيبات المستديرة وشبه المستديرة والحبيبات ذات الزوايا كما ترتبط هذه الحبيبات مع بعضها بالعديد من المواد الرابطة وتختلف هذه الروابط أو المواد الرابطة باختلاف الصخور فهناك مادة كربونات الكالسيوم ومادة الطفلة التى توجد فى الاحجار الجيرية وبعض أنواع الأحجار الرملية كمادة رابطة وهناك بعض أنواع الصخور الرملية التى ترتبط حبيباتها بأكسيد الحديد والسليكا وكربونات الكالسيوم .

ثانيا - أهم الخواص الكيميائية للاحجار :

Important Chemical & physical properties of Stones

مما لا شك فيه أن الخواص الكيميائية والطبيعية للأحجار تلعب دورا هاما فى عمليات التلف المختلفة التى تتعرض لها الاحجار ومن ثم فإنه على ضوء دراستنا لتلك الخواص وفى ضوء تحديد التلف يمكننا اختيار انسب المواد والطرق المناسبة فى عمليات التقوية المختلفة وتطبيقها معمليا وحقليا على الاحجار المستخدمة فى بناء المنشآت الأثرية .

وكما يلعب التركيب الكيميائى للمعادن الأساسية المكونة للحجر وكذلك المعادن الإضافية والمواد الرابطة هذا بالاضافة للتركيب البلورى لتلك المعادن دورا بالغ الأهمية فى عمليات التلف الداخلية للاحجار . ومن ثم يتضح دور الخواص الطبيعية للاحجار سواء فى عمليات التلف أو العلاج وكل ذلك يعتمد بشكل اساسى على التركيب الكيميائى والبلورى للحجر وفيما يلى أهم الخواص الطبيعية للاحجار التى تتميز بها الأحجار الطبيعية .

الكثافة والثقل النوعى Density & Specific

يستخدم هذان التعريفان باستمرار للتعبير عن خاصية واحدة وان كان هناك بعض الفرق بينهما فالكثافة تعبر عن وحدة كتلة المادة / وحدة كتلة الحجوم وتقدر بحجم /سم٣ أما الثقل النوعى فهو عدد مرات ثقل مادة ذات حجم معين عند نفس حجم معين من الماء وبعبارة أخرى هى النسبة بين كثافة المادة وكثافة الماء .

وكثافة الحجر تعتمد بشكل اساسى على تركيبه الكيميائى والبلورى حيث تتغير كثافته بتغير درجة الحرارة والضغط الذان يسببان تمدد وانكماش الوحدة البنائية التى يتكون منها الحجر .

المسامية : Porosity

المسامية تعبر عن السنة المئوية لحجم الفراغات الموجودة بين حبيبات المادة بالنسبة للحجم الكلى للمادة وتختلف هذه الخاصية فى الأنواع المختلفة للصخور والاحجار فهى تقل للحد الأدنى فى الصخور النارية والمتحولة طبقا لطبيعة تكوين حبيباتها فى حين تزداد وتصل إلى قيم مرتفعة فى الصخور والاحجار الرسوبية وبالنسبة للصخور النارية والمتحولة كالجرانيت والرخام فإن حبيباتها المعدنية ترتبط مع بعضها بحكم الحرارة والضغط اللذان يتحكمان فى سد الفراغات البينية ـ بما يسمى بالنمو المتداخل Inter growth اما الصخور الرسوبية فإن الحبيبات المكونة لها تظل مستقلة بأشكالها الشبه الكروية والغير المنظمة مما يسمح بتكوين العديد

من الفراغات وكلما زاد الاختلاف فى الحبيبات كلما زادت الفراغات الداخلية اتساعا .

ـ النفاذية أو الخاصة الشعرية : Capillarity or permeability

الخاصة الشعرية أو نفاذية الحجر للمحاليل المائية أو العضوية تعتمد على كثير من العوامل أهمها مسامية الحجر Porosity وحجم حبياته size Grain والسطح النوعى لهذه الحبيبات specific surface والشد السطحى للسائل sur- face tension المستخدم ودرجة لزوجة السائل أو المحلول Viscosity وهذه الخاصية من الخواص التى يلزم معرفتها وتقدير قيمتها فى الاحجار قبل اجراء عمليات العلاج سواء باسلوب التقوية بالحقن العادى أو الحقن تحت ضغط Normal or Injection under pressure أو بطريقة التسقية أو التشرب Impregnation للاحجار الصغيرة أو التى تتطلب حالتها مثل هذه العمليات .

ـ الصلادة : Hardness

تختلف المعادن والاحجار اختلافا كبيرا فى هذه الخاصية ومعرفة صلادة المعادن التى يتكون منها الحجر لا يفيد فقط فى التعرف على طبيعة الحجر ولكن يفيد فى اختيار اساليب العلاج المناسبة وتثبيت كتل الاحجار ـ المنفصلة عن بعضها باستخدام اسياخ مناسبة من الحديد الصلب الذى لا يصدأ وتعرف صلادة المادة بأنها القدرة على مقاومة الخدش أو الثنى أو الكسر . وفى قياس الصلادة فإنه يلزم مراعاة الدقة من حيث الانتقال من معدن إلى آخر من المعادن المكونة للصخور النارية والمتحولة أو المعادن والمواد الرابطة فى الصخور الرسوبية لتجنب الخطأ فى تقدير هذه القيمة ، ويوجد حاليا العديد من الأجهزة العلمية للقياس الدقيق للصلادة كذلك لقياسها فى مساحات صغيرة جدا فى الاتجاهات المختلفة .

ـ المواد الرابطة : Binding Materials

لا توجد المواد الرابطة فى الصخور النارية والمتحولة تحولاً كاملاً ولكنها تظهر

بوضوح فى الحجارة الرسوبية ، ومن الأمثلة الواضحة الدالة على ذلك الحجر الرملى حيث يتكون من حبيبات الكوارتز تربطها ببعض رابطة من كربونات الكالسيوم أو اكاسيد الحديد أو السيليكا غير المتبلوره أو الطفلة وإن كانت جميع هذه المركبات توجد داخل الحجر بنسب متفاوتة فى الحجر الرملى العادى أما إذا زادت نسبتها بدرجة كبيرة سمى الحجر باسمها (الحجر الرملى الحديدى ، الحجر الرملى الجيرى، الحجر الرملى السياسى ، الحجر الرملى الطينى) ، وتقدير نوعية المواد الرابطة يعتبر امرا هاما لمعرفة درجة تماسك الحجر وما إذا كان يحتاج إلى عمليات تقوية عن طريق ادخال مادة مقوية تربط بين حبيباته المنفصلة عن بعضها نتيجة التلف سواء من المركبات الطبيعية أو الكيميائية الصناعية أو نحو ذلك من طريق العلاج المناسبة.

- مقاومة التحميل الميكانيكى : Resistance to load and stresses

تعرف هذه الخاصية بمقدرة الحجر على مقاومة الأحمال والضغوط الواقعة عليه فى الاتجاهات المختلفة قبل أن يشقق الحجر أو يتحول إلى حبيبات مفروطة ، وتقدر بعدد الكيلوجرامات على السم المربع . ونجد أنه نتيجة لطبيعة التركيب الحبيبى المتداخل للصخور النارية وبعض الصخور المتحولة التى لا يظهر فيها التركيب الصفائحى فإن قوة التحمل لهذه الصخور تصل إلى أعلى قيمة غير أن القدرة على تحمل الضغوط والأحمال تتفاوت من صخر إلى آخر وتصل إلى أدنى مستوى لها فى الصخور الطفلية .

- التركيب الطبقى للصخور والأحجار - Bedding or layering Stratification

تتميز الكثير من الصخور والاحجار الرسوبية بأنها ذات تركيب بنائى طبقى واتجاه التركيب الطبقى بالنسبة للاحجار الرسوبية يعبر عن طاقة الوسط الحامل لترسيب هذه المواد طبقا لمعدلات ميكانيكية أو كيميائية فى الفترة الزمنية المختلفة التى تكونت فيها هذه الصخور . وإذا تصورنا حدوث ذلك فى مسطحات افقية مثالية فإن قوة الترابط بين الحبيبات فى مثل هذه المسطحات تكون اشد ما يمكن بعكس ترابط حبيبات كل

مسطح مع حبيبات المسطح الذى يقع اعلاه أو اسفله وذلك لوجود فواصل زمنية بينها قد تتغير فيها معدلات الترسيب وكذلك بعض الخواص الطبيعية والكيميائية للمكونات المعدنية مثل اللون والحجم ونسب المواد المعدنية ونوعية المواد الرابطة والتركيب الكيميائى لتلك المواد المعدنية .

- التمدد الحرارى لمعادن الصخور : Thermal expansion of minerals

تعتبر هذه الخاصية من الخواص الهامة جدا خاصة بالنسبة للصخور النارية والمتحولة حيث يتضح الفرق الكبير بين درجات حرارة النهار والليل التى يصل إلى معدلات عالية مع اسطح الأحجار فى المناطق الصحراوية فى فصل الصيف حيث ترتفع درجة الحرارة وتتسبب فى تمدد المعادن المختلفة المكونة للسطح الخارجى بينما الأجزاء الداخلية تكون باردة فى الليل وعندما تنخفض درجات الحرارة تنكمش المعادن فى السطح الخارجى للصخور بينما تكون معادن الأجزاء الداخلية فى حالة تمدد وهذا الاختلاف فى معدلات التمدد والانكماش يؤدى إلى تفتت الصخور وتشققها وتساقط حبيباتها المعدنية .

- التوصيل الحرارى : Thermal Conductivity

بعض الأحجار بصفة عامة تعتبر من المواد غير جيدة للتوصيل الحرارى أو بمعنى آخر عاجزة عن التوصيل الحرارى بوجه عام . فى حالة الآثار الثابتة والمعروضة لأشعة الشمس المباشرة فإن سطوحها الخارجية تختزن طاقة حرارية كبيرة حسب طبيعة الأحجار المستخدمة فى البناء وعلى مدار اليوم يكون جزء من حرارة السطح قد تسرب وببطء إلى الداخل عن طريق الفراغات بين الحبيبات والمملوء بالهواء فى حين يكون قد انقطع المصدر الحرارى عن السطح الخارجى والذى يفقد مرارته باحتكاكه بالهواء البارد وعند انخفاض درجة الحرارة ليلا يكون ابرد من السطح الداخلى .

ونتيجة لذلك تحدث الشققات المختلفة وهذه الظاهرة تحدث فى الاحجار النارية والمتحولة .

ثالثا ـ أهم عوامل تلف الآثار الحجرية :

The important factors of stones deterioration

يمكن تقسيم عوامل التلف إلى :

أولا : العوامل الداخلية Endogeneous factors

وتشمل كل ما يتعلق بالخواص الطبيعية والكيميائية للحجر أو الصخر مثل تركيبه الكيميائى والبللورى ومساميته ونفاذيته وصلابته والمواد الرابطة الداخلية فى تكوينه وقوة التحميل الميكانيكى إذ أن الخواص تتحكم فى درجة تلف الأحجار والصخور ، ما لم تكن تلك الأحجار لها القدرة على مقاومة عوامل التلف . هذا بالإضافة إلى ظروف النشأة للصخور التى تظهر بوضوح فى بعض الصخور النارية حيث تنشأ بعض المكونات المعدنية الضعيفة أثناء تصاعد الماجما فى القشرة الأرضية والناتجة عن عدم مقدرة الماجما من التخلص من غازاتها وابخرتها وتتميز هذه المكونات بالتركيب الفقاعى Vesicular strucurture والتركيب الخلوى والتركيب اللوزى الاميجدى Amygdaloidal structure بالإضافة إلى ما يحدث للمكونات المعدنية للصخور النارية والمتحولة من تحولات فيزيو كيميائية أثناء التكوين كما أن التركيب المعدنى لبعض الصخور الرسوبية يتعرض لبعض التغيرات الفيزيوكيميائية الضارة أثناء عمليات التكوين والتى تلعب بعد ذلك دورا هاما فى تلف هذه الصخور إذا ما استخدمت كاحجار بناء أو زينة فى المنشآت الأثرية المختلفة .

ثانيًا ـ العوامل الخارجية : Exogeneous factors

لا شك أن العوامل الخارجية المحيطة بالآثار الحجرية تتسب فى عمليات تلف مستمرة ومختلفة فى تلك الأحجار ومن أهم هذه العوامل ما يلى :ـ

١) المتغيرات الجوية : Atmospheric changes

تتمثل المتغيرات الجوية فى الرياح المحملة بالرمال والغبار وبخار البحر ودرجات

الحرارة والرطوبة والتلوث الجوى والأمطار والتكثيف .

ومن المعروف أن الرياح لها تأثيرها المباشر وغير مباشر فى تلف الاحجار. فتأثيرها المباشر يتركز فى قدرة هذه الرياح على حمل كميات كبيرة من الرمال التى تتسبب فى تلف ونحر الحجر أثناء الدرامات والعواطف الرملية ، وفى هذه الحالة تكون العواطف الرملية الشديدة بمثابة مناشير متحركة تشوه وتتلف الاسطح الحجرية بدرجات متفاوتة تختلف حسب صلابة الحجر أو الصخر ونوعية الترابط بين حبيباته متسببة فى النهاية فى تآكل وتعرج الأسطح الحجرية ، والذى يعرف باسم التآكل ذو النقر Alveolar Erosion (صورة رقم ١٣) وهذا النوع من التلف يحدث فى حالة الرياح الشديدة والمستمرة حيث نتج عنها تلف الآثار وهذا ما تسببه رياح الحساسين التى تهب فى مصر وتنسب فى تلف المنشآت الأثرية الموجودة فى المناطق الصحراوية كما هو الحال فى تمثال أبو الهول بالجيزة (صورة رقم ١٤) .

كما أن الرياح تلعب دورا هاما فى التجوية الكيميائية Chemical weath-ering للأحجار الأثرية حيث تقوم بنقل الغازات الملوثة مثل so2 وغاز كبريتيد الهيدروجين H2sوغاز ثانى اكسيد الكربون co2 الناتجة عن مداخن المصانع وعوادم السيارات حيث تتحول هذه الغازات إلى أحماض من فى وجود الرطوبة وتتسبب فى تلف تلك الأحجار .

وتلعب الرطوبة الجوية دورا هاما فى تلف الآثار الحجرية حيث أن قطرات الماء تتجمع على الاسطح الخارجية للمبانى الحجرية أو التماثيل ونظرا لما تتمتع به الاحجار من خواص مثل المسامية والنفاذ به لذا فإنها تسمح بمرور هذه المياه للداخل حيث تذيب الاملاح القابلة للذوبان فى الماء وبارتفاع درجة الحرارة نهارا تنزح هذه المياه إلى سطح الحجر حاملة معها الاملاح التى تتبلور بدورها الأسطح الحجرية حيث تنمو وتزدهر وبتكرار هذه العملية فإنها تحدث ضغوطا شديدة على الطبقات السطحية مؤدية فى النهاية إلى تفتتيها وتساقطها .

ولا شك أن درجة الحرارة تلعب دوراً هاما وخطيرا فى تلف الاحجار كما ذكرنا

حيث تتسبب فى عملية البخر السريعة للسوائل الحاملة للأملاح مؤدية فى النهاية إلى تبلور هذه الأملاح أما على اسطح الاحجار أو تحت الاسطح مباشرة (صورة رقم ١٥) هذا بالاضافة إلى أنه ثبت أن اختلاف درجات الحرارة ليلا ونهارا يعتبر من أهم عوامل التجوية الطبيعية ؛ والتى ينتج عنها تفتيت الصخور بطريقة ميكانيكية دون تدخل لأى عوامل كيميائية ويكثر هذا النوع من التجوية فى المناطق الجافة أو الشديدة البرودة وكذلك فى المناطق الصحراوية .

ولا يفوتنا أن ننوه فى هذه المجال عن دور الرياح فى حمل رذاذ المياه الحاملة لأملاح الصوديوم والماغنيسيوم الموجودة فى رذاذ البحر إلى الأسطح الحجرية للآثار القريبة من الشواطئ لتزيد من مظاهر التلف فى تلك الآثار .

٢ ـ مياه الرشح والنشع : infiltration and seepage Water

إن ارتفاع منسوب المياه تحت سطحية فى اساسات المبانى الأثرية يعتبر من العوامل الجوية فى عمليات التلف والتقليل من الخواص الميكانيكية للحجر ويتمثل التأثير الحقيقى لهذه المياه فيما تحمله من املاح أو مواد عضوية موجودة فى مصادر هذه المياه أو التربة التى تختزن تلك المياه (صورة رقم ١٦) .

تتمثل مصادر المياه تحت سطحية فى مياه شبكات الشرب والصرف الصحى ومياه المجارى المائية ونهر النيل ومياه الأمطار ، كذلك مياه الصرف الزراعى ونجد أن أخطر تلك المصادر هى شبكات الصرف الصحى والزراعى لما تحملانه من أملاح ومواد عضوية تضيف الكثير من مظاهر التلف التى يتعرض لها المبنى الأثرى حيث تحتوى مياه النشع والرشيح على نسب متفاوتة وعالية من هذه الاملاح المختلفة والتى بدورها تصل إلى داخل الآثار الحجرية عن طريق الخاصة الشعرية بمساعدة العوامل الأخرى مثل الحرارة حيث تظهر على هيئة بلورات مختلفة الحجم على الأسطح الحجرية أو تحتها مؤدية إلى ضغوط كبيرة حيث تسبب فى النهاية تساقط الطبقات السطحية وتلف الأثر .

(٣) الأملاح : salts

ومن المعروف أن الأملاح تلعب دورا خطيرا فى تلف الآثار الحجرية حيث تبلور على اسطح الاحجار أو تحتها أو داخل المسام ، ومن خلال الدراسات التى اجريت على الآثار الحجرية وجد أن مصادر هذه الاملاح متعددة فمنها الأملاح الموجودة فى مادة الحجر وذلك قبل استخدامها فى البناء ، والأملاح الناتجة عن التحلل الكيميائى لمادة الحجر مثل الأملاح الناتجة عن التلوث الجوى وخاصة عن بعض الغازات التى تتحول بفعل الرطوبة إلى احماض الكربونيك والكبريتيك والتى تؤثر وتتفاعل مع الاحجار وخاصة الاحجار الكربوناتية مثل الحجر الجيرى والرخام حيث تتسبب هذه الأحماض فى تحويل مادة كربونات الكالسيوم إما إلى كبريتات أو كربونات كالسيوم .

كذلك من المصادر الأخرى للاملاح المواد الرابطة المستخدمة فى عمليات التشييد والبناء وعمليات الترميم السابقة .

هذا بالإضافة إلى الأملاح الموجودة فى التربة وبواسطة مياه الرشح ومياه الامطار تنتقل إلى الآثار الحجرية عن طريق الخاصة الشعرية .

والعوامل السابقة تلعب دورا خطيرا فى تلف الآثار الحجرية ، هذا بجانب العوامل الأخرى كمياء الأمطار وما تسببه من عمليات نزح الأملاح وتوصيلها إلى الأثر المشيد بالأحجار ، وكذلك دور مياه الأمطار فى تحويل الغازات الملوثة إلى احماض وترسيبها على الاسطح الحجرية .

وتعتبر الاهتزازات من العوامل المتسببة فى تلف الآثار الحجرية ، وهى إحدى مظاهر المدنية الحديثة كوسائل المواصلات والنقل ومكبرات الصوت حيث تؤدى ذبذبات هذه الاهتزازات إلى تشرخ بعض أحجار المبانى الأثرية .

وهناك عامل آخر يجب الإشارة إليه وهو التأثير الميكانيكى والكيميائى والبيولوجى للكائنات الحية الدقيقة من طحالب وفطريات وبكتيريا التى تنمو على اساسات المبانى الأثرية وتتسبب فى تلف احجارها (صورة رقم ١٧ ، ١٨ ، ١٩) بالإضافة إلى الدور التخريبى للإنسان كاستعماله السئ للمبانى الأثرية الإسلامية بالقاهرة أو عن طريق التخريب المباشر كالحرائق أو الهدم مثلما حدث لكثير من المبانى والمنشآت الأثرية عبر عصور التاريخ المختلفة واستخدام مواد كيميائية خاطئة فى العلاج .

رابعا ـ أهم الطرق الميكانيكية والكيميائية المستخدمة فى علاج وصيانة الاحجار الجيرية : Treatment & conservation of stones

تختلف طرق علاج وصيانة الآثار الحجرية اختلافا كبيرا حسب طبيعة الأثر ذاته وما به من مظاهر تلف مختلفة ، بالإضافة إلى تأثير الظروف البيئية المحيطة ، فعلاج أو صيانة معروضات المتاحف يختلف عن علاج المبانى الأثرية الثابتة ، ولهذا السبب فإن اعمال الصيانة والترميم يجب أن تجرى على أسس علمية وفنية سليمة ومناسبة لطبيعة كل اثر والظروف المحيطة به . ولذلك قبل البدء فى علاج الآثار الحجرية يجب دراسة نوعية الحجر وخواصه الكيميائية والطبيعية والميكانيكية ويلى ذلك دراسة عوامل التلف المختلفة والتى يرى المرمم أنها ذات تأثير واضح على حالة الحجر ، وقبل القيام بأعمال التنظيف الميكانيكى أو الكيميائى أو ازالة الاملاح ، يجب التأكد أولا أن حالة الحجر تسمح بذلك ، وبدون أن تتسبب هذه الأعمال فى تساقط الأسطح المنقوشة أو زوال طبقة اللون ، ففى مثل هذه الحالات يجب القيام أولا بتقوية هذه النقوش والأسطح الملونة باستخدام مادة مقوية مناسبة ، ثم بعد الجفاف التام تجرى أعمال التنظيف باستخدام المذيبات العضوية والمواد الكيميائية المناسبة حسب حالة الأثر .

أولا ـ التنظيف الميكانيكى والكيميائى واستخلاص الأملاح :

التنظيف الميكانيكى: cleaning Mechanical

يتم التنظيف الميكانيكى بالطرق العاديه ، وذلك بغرض ازاله الغبار والعوالق الموجودة على اسطح الأحجار ، وكذلك يمكن بالطرق الميكانيكية ازالة بعض الأملاح المترسبة على اسطح الأحجار وبقايا اعشاش بعض الحشرات وذلك باستخدام الأدوات والأجهزة اللازمة لتحقيق هذا الغرض .

التنظيف الكيميائى : Chemical Cleaning

بعد الأنتهاء من عمليات التنظيف لميكانيكى ، تبدأ عمليات التنظيف الكيميائى إذا سمحت حالة الاثر بذلك وذلك باستخدام المنظفات المختلفة .. حيث يستخدم الماء المقطر فى البداية إذ أن المياه غير النقيه تضر بسطح الاثر ويمكن اضافة صابون متعادل مع الامونيا أو منظف مثل الليسابون Lissapon مع الماء للتنظيف .

ومن المواد المستخدمة فى التنظيف الكميائى المذيبات الهلامية .Solvent Jellies وهى عبارة عن محاليل قاعدية ضعيفة حيث تتميز بقيمة الاس الهيدروجينىPH -value أقل من ٧ ـ ٨ .

كذلك المنظفات الصناعيةSurfactants فانها تستخدم فى عمليات التنظيف الكيميائى وتوجد ثلاثة أنواع من هذه المنظفات حسب خواصها وهى منظفات سالبه الشحنه Anionic detergents ومنظفات ايونيه أو متعادله -deter gents Non - ionic أو منظفات موجبه الشحنهCationic detergents هذا بالاضافة إلى استخدام المذيبات العضوية الاخرى كالتراى كلوروايثيلن والكحول الايثيلى والكحول المثيلى والاسيتون وغيرها من المادة الاخرى كالامونيا وخلات الاميل وكلها تستخدم حسب طبيعة القاذورات العالقة بسطح الاثر .

استخلاص الأملاح :

قبل البدء فى عملية ازالة الاملاح يجب أولا اجراء عدة اختبارات لمعرفة

طبيعة الاملاح الموجودة بالاثر حيث يوجد منها نوعين ، النوع الاول : املاح قابلة للذوبان فى الماء مثل كلوريدات أو نترات أو كبريتات الصوديوم كذلك البوتاسيوم والامونيوم والماغنسيوم والكالسيوم حيث تكون جميعها قابلة للذوبان فى الماء . والطرق المتبعة فى استخلاص مثل هذه الاملاح هى :

ازالة الاملاح وهى جافة وذلك عند وجود بللورات الملح على السطح الحجرى وتستخدم معها الطرق الميكانيكية . اما فى حالة وجود الاملاح المتبلورة ذات الجذور المنتشرة فى مسام الحجر فيمكن تنظيف السطح بالطرق الميكانيكية ثم استخلاص ما بالداخل من املاح عن طريق عمل كمادات أو الغسيل المباشر بالماء فى صورة حمامات مائية أو باستخدام اجهزة رذاذ الماء التى تدفع إلى سطح الحجر إذا كانت حالته تسمح بذلك .

أما النوع الثانى من الاملاح فهى الاملاح التى لا تذوب فى الماء أو تذوب ببطء شديد وهى عادة عبارة عن كبريتات الكالسيوم « الجبس » أو كربونات كالسيوم « الجير » . ويستخدم لاستخلاص الأحماض المختلفة وخاصة حمض الهيدروكلوريك بنسبة لا تزيد عن ٢ ٪ ثم تغسل الاماكن المعالجة جيدا بالماء النقى عدة مرات حتى لا تتسبب الأحماض فى تلف الأحجار المعالجة .

ثانيا۔المواد الكيمائيه المستخدمة فى تقوية الآثار الحجرية وطرق استخدامها:

تقوية الأحجار : Consolidaion of stones

قبل القيام بعمليات التقوية فإنه من اللازم إزالة الأملاح وتنظيف السطح الحجرى تماماً من مخلفات التلف ، هذا إذا كانت حالة الحجر تسمح بذلك ولكن عند وجود قشور منفصلة فيجب أولاً تقوية مثل هذه القشور بطريقة الرش بالمواد الكيميائية المقوية ، وذلك باستخدام المقويات المناسبة والمخففة ، وعند الإنتهاء

من العلاج وتثبيت هذه القشور يمكن بعد ذلك استخدام المذيبات والطرق الميكانيكية المناسبة فى تنظيف السطوح الحجرية ومن النتائج غير الإيجابية هى استخدام مقويات كيميائية ذات لزوجة عالية مما يجعلها لا تستطيع التغلغل داخل مسام الحجر نتيجة تبخر المذيب بسرعة شديدة أثناء عمليات التقوية وقد يتسبب ذلك فى تساقط القشرة السطحية ، ولهذه الأسباب فإنه يجب عمل تجارب مبدئيه . وذلك بغرض اختيار أنسب المواد لتقوية الأحجار وصيانتها حسب حالة كل آثر مع مراعاة الآتى :

أ ـ حالة الحجر وخواصه الطبيعية خاصة مساميته ونفاذيته .

ب ـ تكنيك وطريقة التقوية المستخدمة .

جـ ـ الظروف الجوية التى سيوجد فيها الأثر بعد العلاج .

ولكى تتم أعمال التقوية على النحو السليم يجب مراعاة الآتى :

١ ـ إزالة الأملاح قبل البدء فى عملية التقوية .

٢ ـ استخدام محاليل التقوية بدرجات تركيز تكفل نفاذها إلى أعمق مسافة داخل الحجر إذ أن إكتساب القشرة السطحية خواصاً طبيعية مخالفة للخواص الطبيعية لبقية جسم الحجر نتيجة لتقويتها سوف يؤدى إلى إنفصالها عند تعرضها لدرجات مرتفعة من الحرارة والرطوبة ، وأيضاً نتيجة لتعرضها لضغط الهواء داخل مسام الحجر عند تمدده بالحرارة ، لهذا السبب فإنه يجب فى الحالات التى لا تساعد فيها مسامية الأحجار لنفاذ محاليل التقوية إلى مسافة كبيرة داخل الحجر استخدام محاليل تسمح بنفاذ الهواء عند تمدده مثل محلول السيليكون أو محلول من المواد الأكريليكية واستخدام هذه المحاليل بنسب تركيز منخفضه .

٣ ـ استخدام محاليل التقوية بدرجات تركيز مناسبة بحيث لا تسبب تغيير فى لون الأحجار المعالجة ولا تكسبها لمعانا غير مستحب بعد العلاج .

٤ ـ القيام بعملية التقوية على مراحل ويجب البدء بمحاليل مخففة وبعد الجفاف

تستخدم محاليل أكثر تركيزاً وهكذا إلى أن تتم عملية التقوية .

٥ ـ القيام بأعمال التقوية فى جو معتدل حيث أن سرعة تطاير المذيبات العضوية سوف تتسبب فى تغيير نسب المحاليل ، كما أنها تؤدى إلى تراكم مواد التقوية على سطح الآثار .

٦ ـ يجب ازالة آثار الراتنجات الصناعية من على سطح الحجر قبل جفافها وذلك باستعمال المطيبات العضوية مثل الأسيتون والتلوين .

اهم المواد الكيميائيه المستخدمة فى تقوية الأحجار :

Stone consolidating materials

تنقسم المقويات الكيميائية للاحجار إلى مجموعتين رئيسيتين ، مقويات غير عضوية ومقويات عضوية .

أ ـ المقويات غير العضوية : Inorganic consolidants

وتشمل المواد التى لها القدرة على ربط حبيبات الحجر فى حالة الأحجار الضعيفة والمقويات غيرالعضوية يرجع فعل تقويتها إلى قدرتها على التغلغل داخل الأحجار وربط حبيباتها المعدنية مع بعضها

ومن أمثلة هذه المقويات :

سيلكات الصوديوم والبوتاسيوم Sodium and Potassium silicates

ألومينيات الصوديوم والبوتاسيوم Sodium and Potassium Aluminates

هيدروكسيد الباريوم Barium Hydroxide

هيدروكسيد الكالسيوم Calcium Hydrocide

فلوسيلكات الزنك والماغنسيوم Zinc and Magnesium Flousilicates

ب ـ المقويات العضوية : Organic consolidats

وتعتمد أساساً على الراتنجات التى تشك بالحرارة مثل المواد الأكريليكية التى تمثل القدر الأكبر بالنسبة للمواد المستخدمة فى حقل علاج وصيانة الآثار .

أولاً : راتنجات الثرموبلاستيك : Thermoplastic resins

وهى مواد صلبة تنصهر أو تلين بالحرارة ثم تتجمد ثانية عندما تبرد . ومثل هذه الراتنجات تكون فى الغالب قابلة للذوبان فى المذيبات العضوية إلا إذا كانت ذات تبلمر عالى جداً وهى تتألف من سلاسل طويلة Long chains من جزيئات مفردة ومتكررة والسلاسل الطويلة فى الغالب تكون مرنة متنافرة وغير منتظمة مكونة أجزاء غير متبلورة Amorphous بينما توجد أحياناً سلاسل متوازية ومنتظمة فى الأجزاء المتبلورة ومن أمثلة راتنجات الثرموبلاستيك راتنجات الفينيل المبلمرة والبولى ميتيل اكريلات والبولى إيثيل اكريلات .

أ ـ خلات الفينيل المبلمرة :

تتوفر خلات الفينيل المبلمرة فى صورة بللورات شبه شفافة عديمة اللون ، وهى تذوب فى المذيبات العضوية وتحضر بالنسب المطلوبة . وتنتج الشركات المختلفة أنواعاً متعددة منها ، تختلف فى درجة تبلمرها ، وأنسبها فى علاج وصيانة الآثار هو النوع المعروض باسم Gelva 7 حيث يعبر الرقم ٧ عن درجة لزوجة محلول منها درجة تركيزه ٨,٦٪ .

ب ـ البولى ميثا أكريلات : (Bedacryl XA22 and Bedacry L-L)

ومنها مواد البيداكريل ١٢٢× والبيداكريل ل

جـ ـ بولى ميثيل ميثا كريلات :

وهذه المادة يتراوح وزنها الجزئى ما بين ٥٠٠٠٠ إلى ٢٠٠٠٠٠ وكثافتها ١,١٨ ـ ١,١٩ جم/سم٣ وتذوب فى الأسيتون والهيدروكربونات .

ثالثًا : راتنجات الثرموستنج : Theromosetting tesing

وتنتج هذه الراتنجات عن تفاعلات التكثيف بين جزيئات هـذه الراتنجات فى ظل معدلات حرارة عالية حتى تتصلب وتأخذ شكلها النهائى ، بعد التجمد ولا يمكن تطريتها وصهرها بالحرارة بعد ذلك كما أنهـا تصبح غير قابلة للذوبان فى المذيبات العضوية وتكون فيها الجزئيات مرتبطـة ببعضها على شكل نسيج شبكى .

وتشمل هذه المجموعة على عدة أنواع منها :

أ ـ راتنجات الفينول   ب ـ لدائن الفورمالدهيد

جـ ـ لدائن الميلامين

رابعًا : راتنجات الكولد سيننج :Coldsetting resins

وهى راتنجات ذات طبيعة خاصة وتصنع فى درجة الحرارة العادية (٢٣ درجة مئوية) بنسب معينة حيث تتوقف هذه النسبة وكذلك الوقت اللازم للتجميد على نوع الـ Monomerونوع المجمد وبعد التجمد لا يمكن تطرية الراتنج المتكون أو صهره بالتسخين كما أنه يصبح غير قابل للذوبان فى المذيبات العضوية وتشمل راتنجات الأيبوكسى والبوليستير والسيليكون .

ومن مميزات راتنج الأيبوكسى أنه لاصق جيد لمعظم المواد ومقاوم للماء . والعديد من الكيماويات واللواصق والمقويات التى تعتمد فى تركيبها على راتنجات الأبيوكسى منتشرة الإستعمال فى صيانة وحفظ الأحجار حيث تستخدم فى إعادة تثبيت وتجميع كتل الأحجار المكسورة وسد الشقوق بها وتقوية بنيتها الداخلية .

ومن أهم راتنجات الأيبوكسى المستخدمة حالياً النوع المعروف باسم الأرالديت وهو ضمن أنواع وأصناف متعددة لها درجة لزوجة متفاوته لاستخدامها فى الأغراض المختلفة .

الطرق المستخدمة فى تقوية الأحجار :

أولاً : أهم الطرق المستخدمة فى تقوية البنية الداخلية للأحجار :

١) التقوية بالغمر : Consolidation by Immersion

من السهولة نسبياً الحصول على تشرب عميق ونتائج مرضية بالنسبة للآثار الحجرية المسامية التى يسهل نقلها حيث يمكن نقلها وعلاجها بالمعمل وذلك بغمرها فى المقويات الكيميائيه المناسبة ويتم علاج قطع الأحجار الأثرية بغمرها فى المقويات الكيمائية المرشحة لهذا الغرض باتباع الخطوات الآتية :

(١) يتم غمر الأثر فى الأسيتون فترة من الوقت لتفتيح مسامه .

(٢) ثم يوضع الأثر بعد ذلك فى حوض مجهز ويغمر بالمقويات الكيمائية الذائبة فى المذيبات العضوية المناسبة .

(٣) بعد العلاج النهائى يتم إزالة الطبقة الرقيقة التى تكونت على اسطح الأحجار بالمذيبات العضوية ونلاحظ أن الغرض من وضع الأثر فى الأسيتون عند بداية العلاج وذلك لكى تتفتح المسام وعند إضافة المقوى الكيميائى فإنه يتمكن من التسرب بعمق خلال مسام الحجر مما يساعد على تقوية الأثر ، بعد ذلك يتبخر المذيب تاركاً المقوى داخل تلك المسام ، وفى العمق المناسب .

٢ ـ التقوية بواسطة خلخلة الهواء :

Consolidation Under Vacuum

وهذه الطريقة من التقوية تساعد على تسرب وتخلل المقوى الكيميائى داخل مسام الأحجار على مسافة عميقة نسبياً داخل الأثر الحجرى حيث يتم بواسطة عملية التفريغ شفط تفريغ الهواء من مسام الحجر مما يسهل من دخول المقوى الكيميائى داخل المسام الخالية من الهواء وبعمق كاف وبصفة عامة فإن طريقة التفريغ تستخدم فى حالة الآثار الحجرية ذات المسامية المنخفضة التى لا تفيد طرق

الغمر العادية فى علاجها وتقويتها.

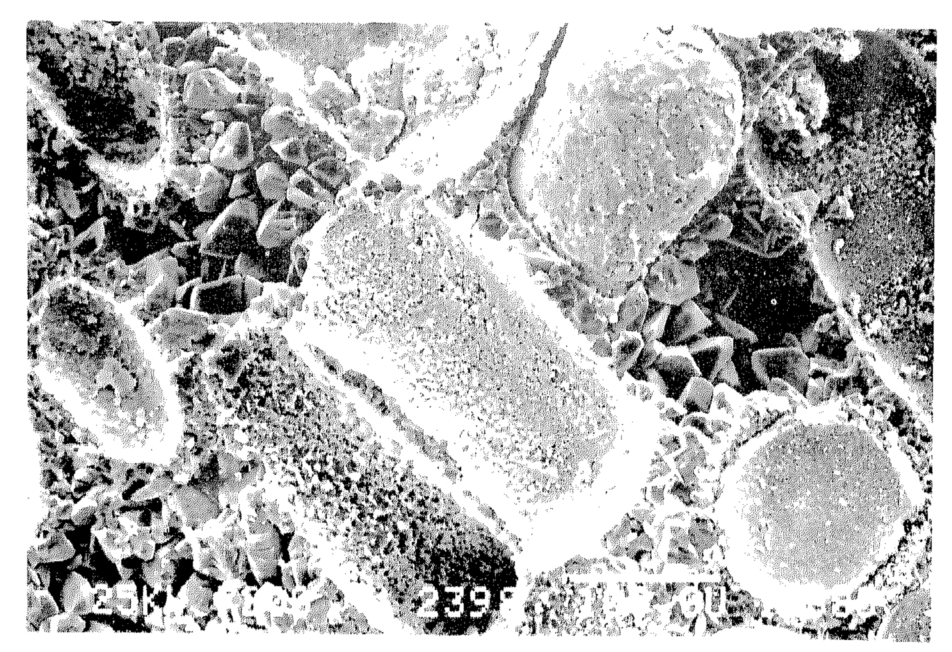
حفظ وصيانة الآثار الحجرية :

Presservation and conservation of monumental stones

تستخدم المواد الكيميائية المناسبة المذابة فى المذيبات العضوية فى حفظ وصيانة أسطح الآثار الحجرية بعد تقويتها وذلك لحمايتها من تأثير عوامل التلف كالحرارة والرطوبة والكائنات الحية الدقيقة والحشرات ويفضل أن تكون تلك المواد قادرة على مقاومة هذه العوامل المتلفة ولا تتأثر بالحرارة والضوء والأكسجين والرطوبة وغيرها من عوامل التلف المختلفة .

وتوضح الصور ٢٠ ، ٢١ ، ٢٢ مدى تسرب الراتنجات الكيميائية داخل الأحجار الأثرية وهذه الصور أخذت بالميكروسكوب الالكترونى الماسح SEM .





صورة رقم (١) بالميكروسكوب الالكترونى الماسح تمثل الحجر الجيرى لجبل المكس بالاسكندرية ويحتوى على بللورات معدنية بطروخية الشكل

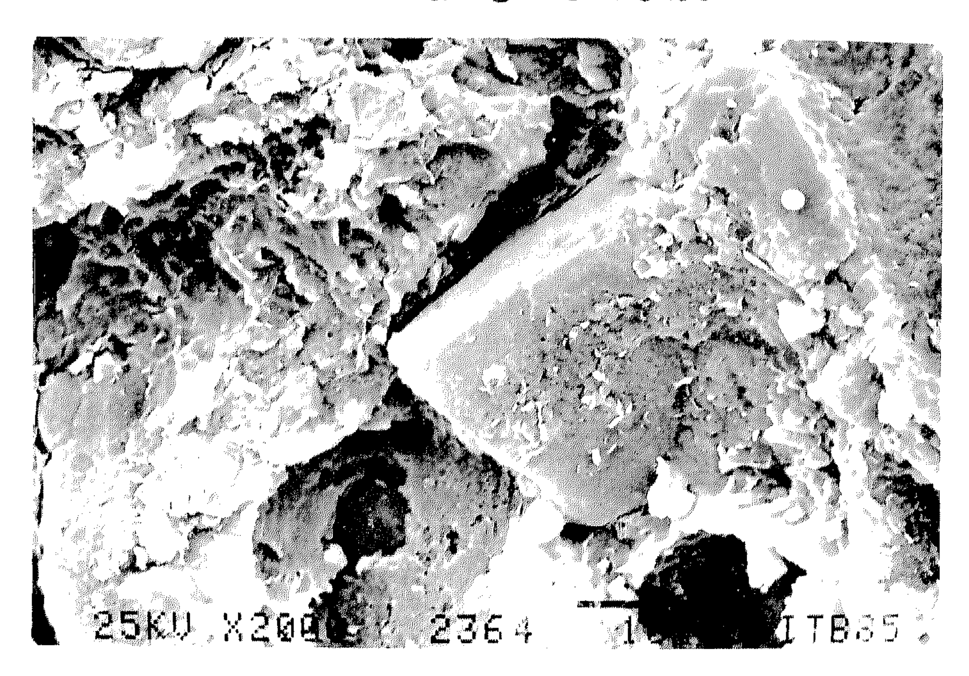


صورة رقم (٢) بالميكروسكوب الالكترونى الماسح تمثل الحجر الجيرى لجبل المكس بالاسكندرية ويحوى على بللورات الكالسيت مختلفة الحجم

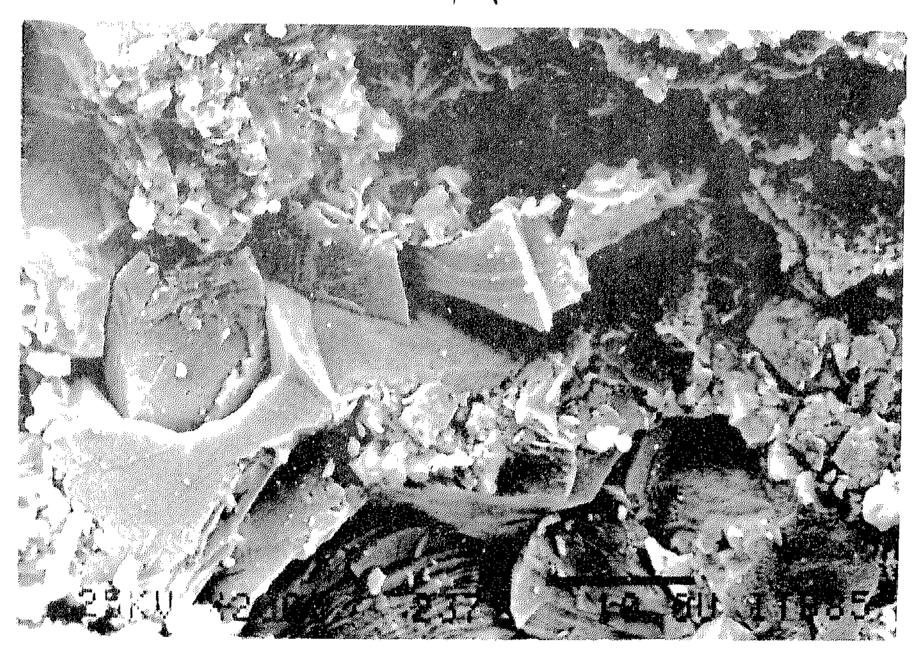




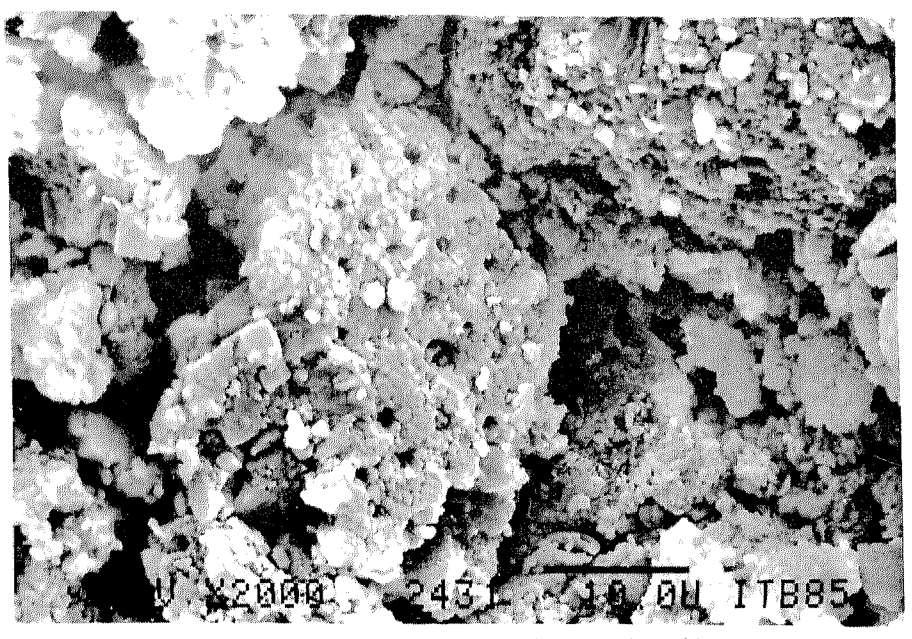
صورة رقم (٣) بالميكروسكوب الالكتروني الماسح تمثل الحجر الجيرى فى هضبة أبو رواش ويحتوى على بللورات معدنية مختلفة



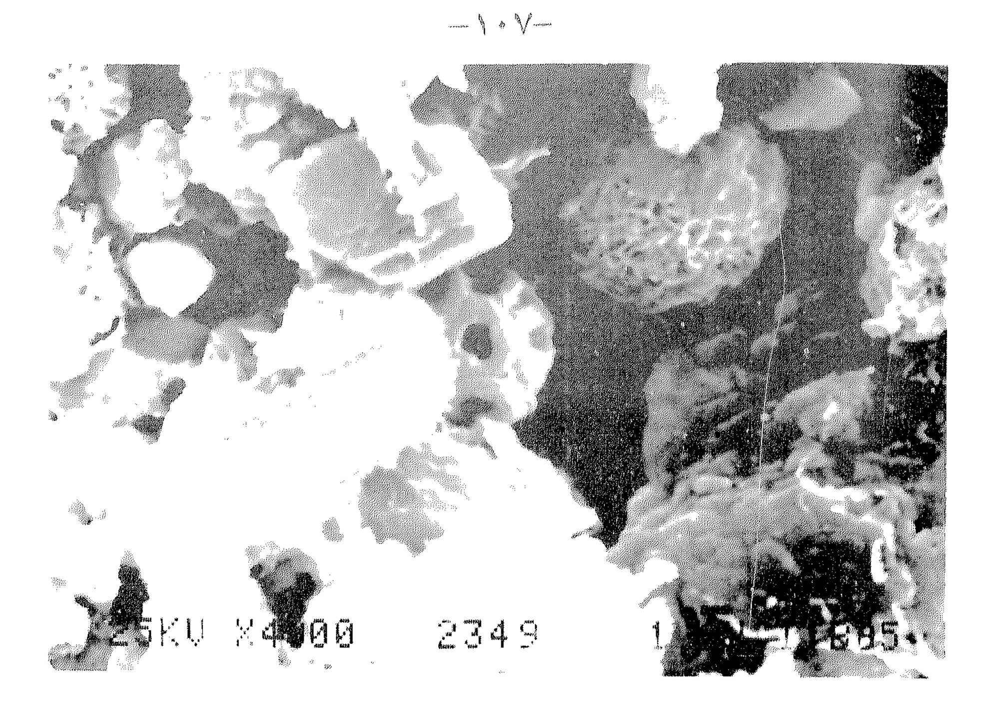
صورة رقم (٤) بالميكروسكوب الالكتروني الماسح تمثل الحجر الجيرى فى هضبة الجيزة ويحتوى على نسبة من معدن الدولوميت



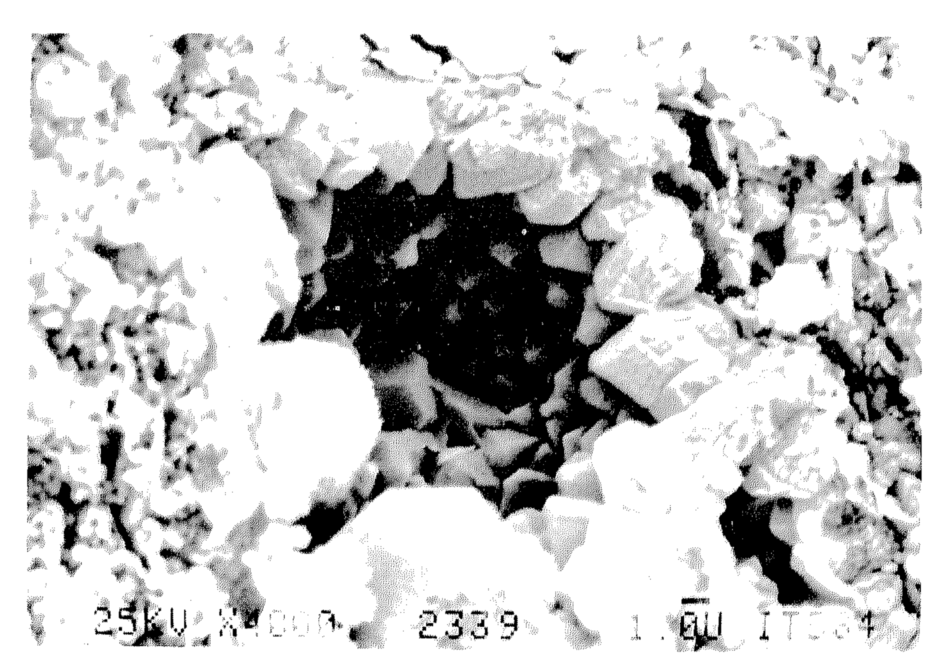
صورة رقم (٥) بالميكروسكوب الالكترونى الماسح توضح تأثيرات التغييرات الجوية والرياح على الحجر الجيرى فى هضبة الجيزة



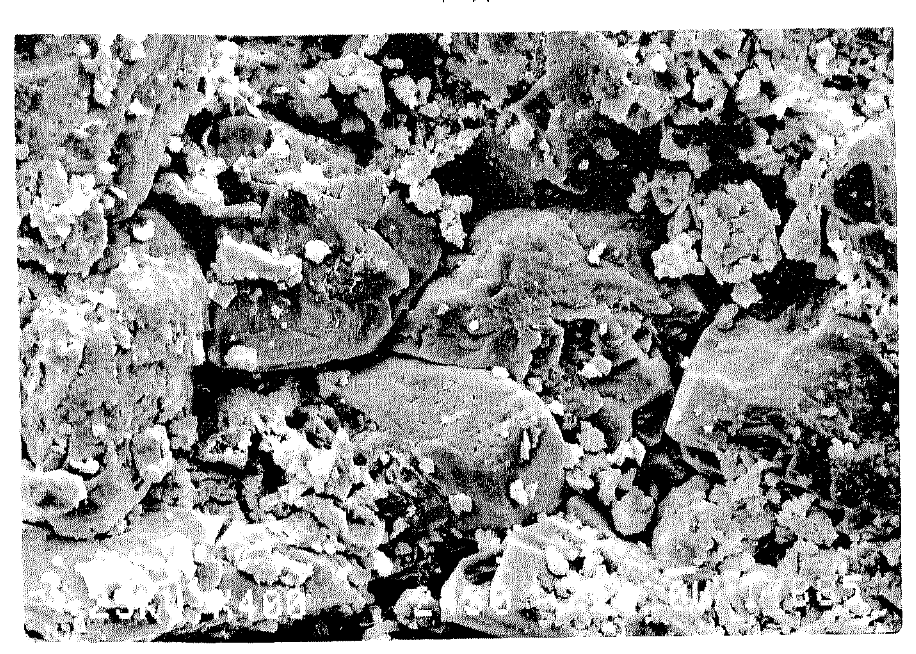
صورة رقم (٦) بالميكروسكوب الالكترونى الماسح توضيح وجود مكونات معدنية مختلفة فى الحجر الجيرى فى محاجر سقارة



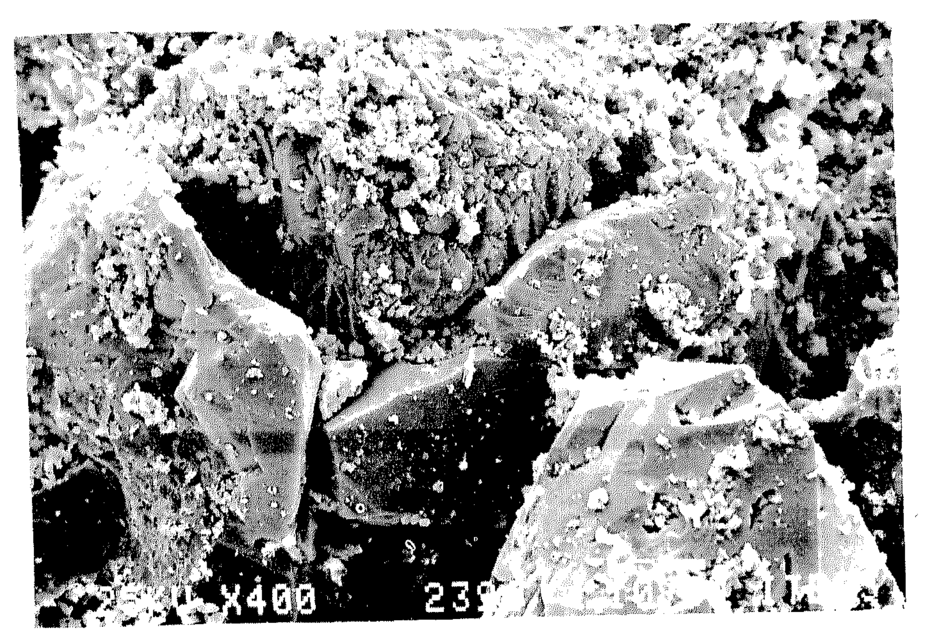
صورة رقم (٧) بالميكروسكوب الالكترونى الماسح توضح أهم المكونات المعدنية للحجر الجيرى فى محاجر طره والمعصرة وخاصة وجود الحفريات مختلفة الشكل



صورة رقم (٨) بالميكروسكوب الالكترونى الماسح توضيح أهم المكونات المعدنية لجبل القرنة بالأقصر وخاصة وجود بللورات الكالسيت داخل فجوة



صورة رقم (٩) بالميكروسكوب الالكترونى الماسح توضح أهم المكونات المعدنية للحجر الرملى فى جبل السلسلة وخاصة وجود معادن الطفلة



صورة رقم (١٠) بالميكروسكوب الالكترونى الماسح توضيح أهم المكونات المعدنية للحجر الرملى فى محاجر ادفو وخاصة وجود معادن الطفلة بنسبة كبيرة بجانب بللورات الكوارتز

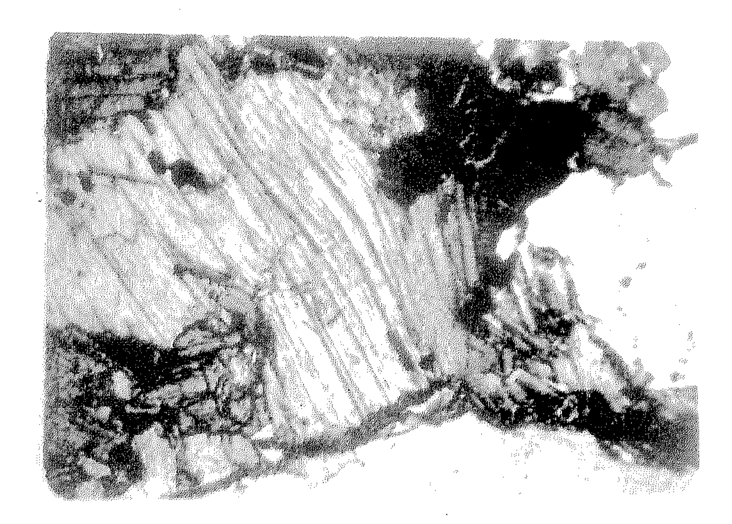
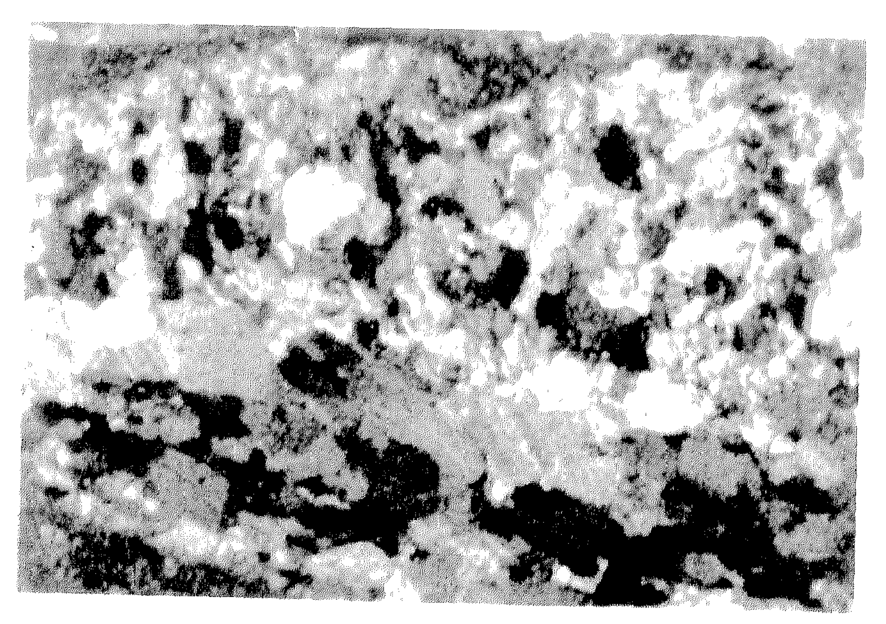
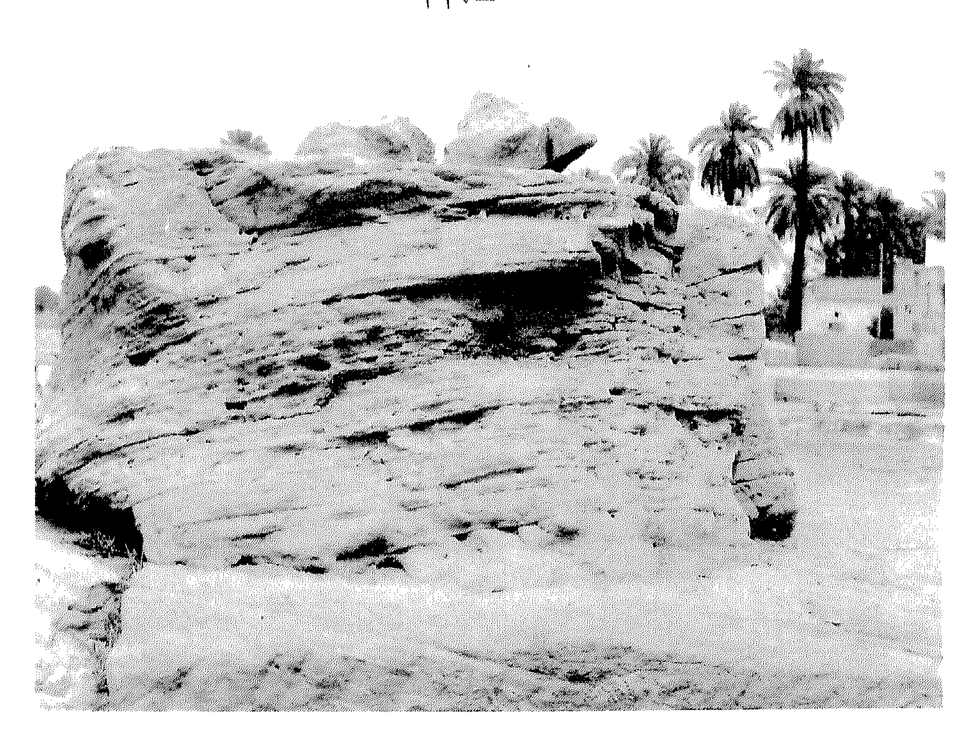


Photo (26): Photomicrograph of granite sample no. (5) notice the presence of weathering products along biotite cleavage planes giving a schiller structure.
El-wadi temple, plane polarized light X 6.3

صورة رقم (١١) توضح أهم المكونات المعدنية للصخور النارية وخاصة معادن البلاجيوكليز والكوارتز ... إلخ

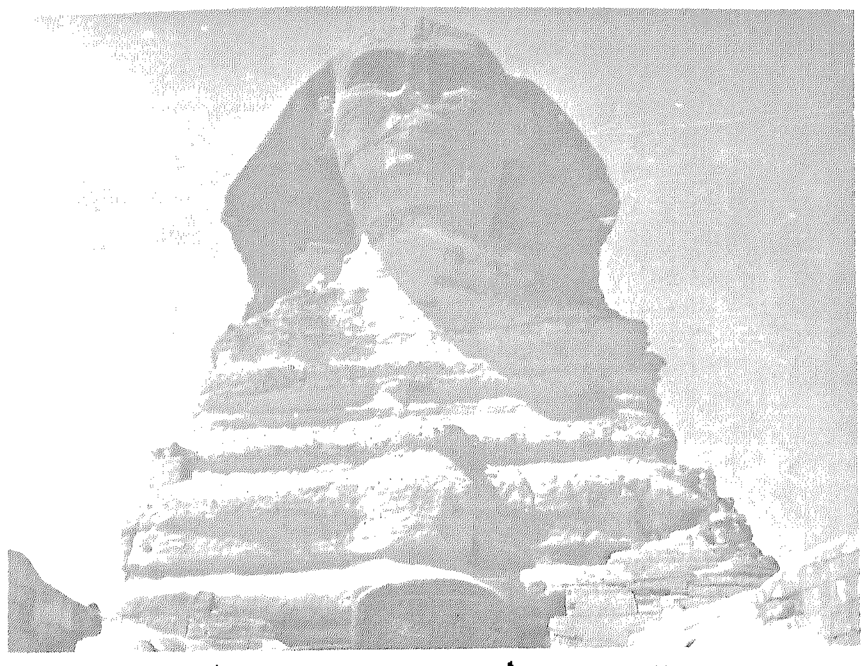


صورة رقم (١٢) توضيح أهم المكونات المعدنية للصخور المتحولة وخاصة الرخام



صورة رقم (١٣) توضح دور الرياح فى تشويه وتفتيت

أسطح الأحجار Alveolar Weathering



صورة رقم (١٤) توضيح التأثيرات المتلفة للرياح فى تمثال أبو الهول بالجيزة



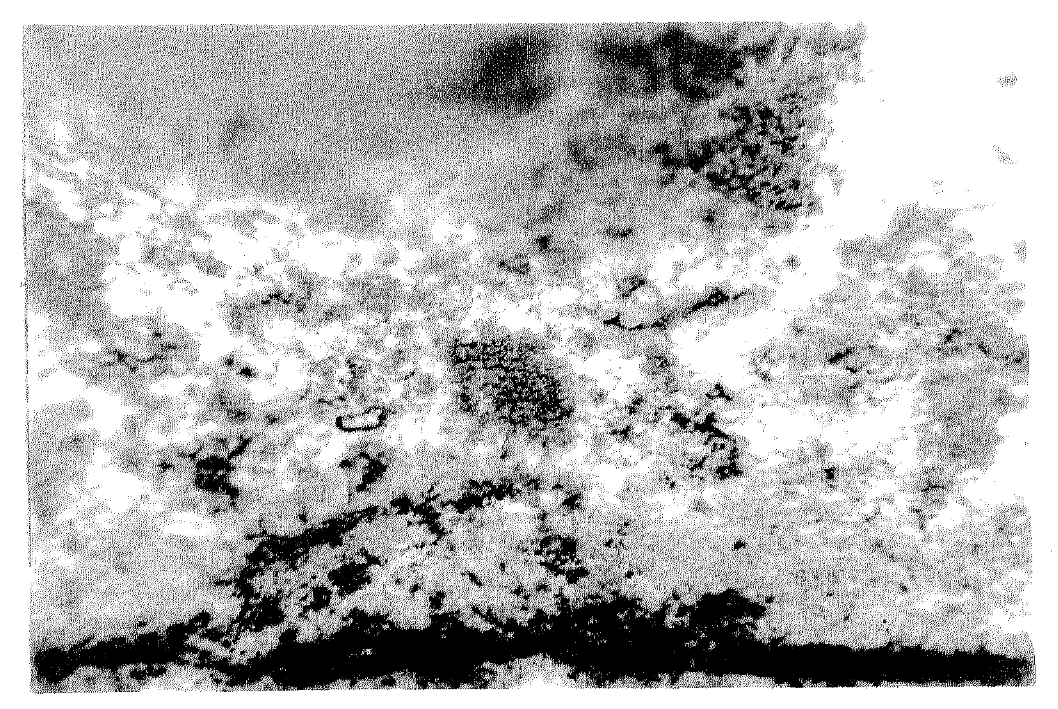
صورة رقم (١٥) توضح تبلور الأملاح على أسطح أحجار معبد إسنا



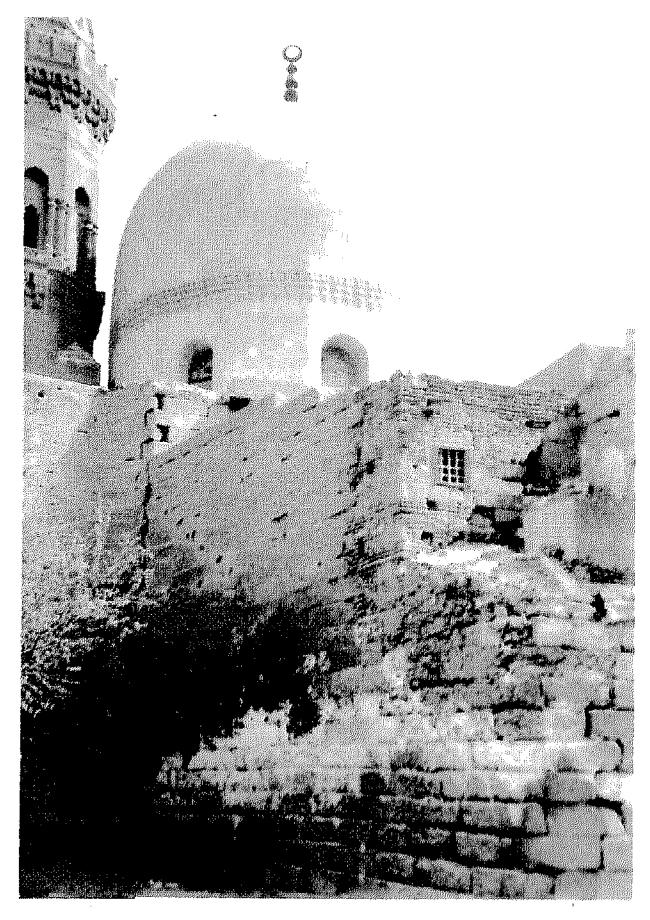
صورة رقم (١٦) توضح مدى تسرب المياه الأرضية فى جدران معبد حورس بادفو



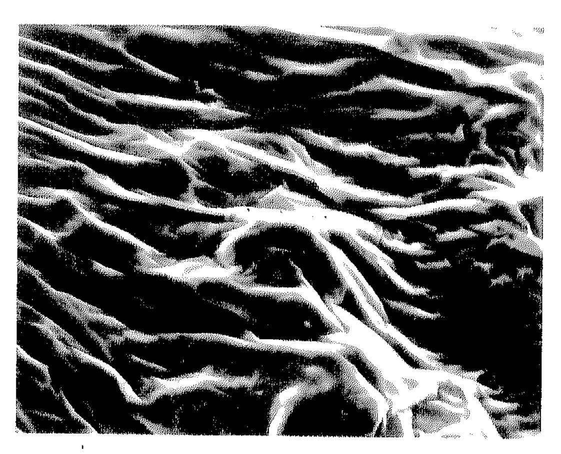
صورة رقم (١٧)



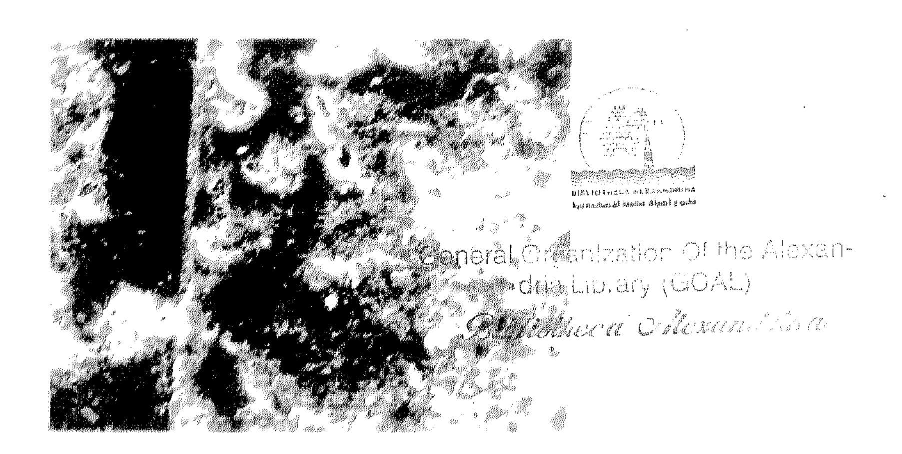
صورة رقم (١٨)



صورة رقم (١٩) توضح التأثيرات المتلفة للكائنات الحية الدقيقة من طحالب وفطريات فى الأحجار المستخدمة فى بعض المبانى الأثرية



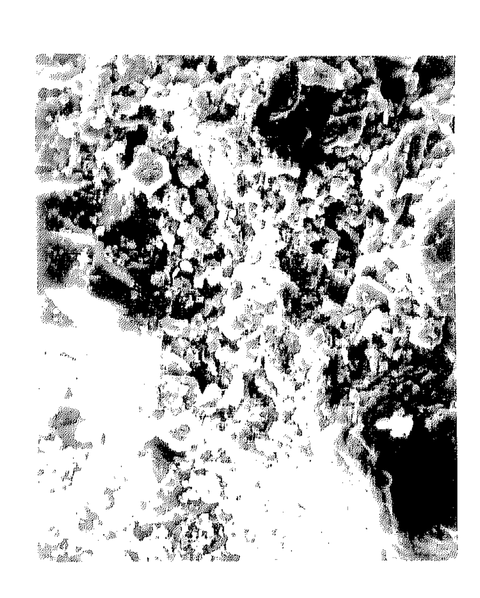
صورة رقم (٢٠) توضيح علاج الأحجار الأثرية بمحلول البار الويد 72 - B نسبة تركيز ٦٪



صورة رقم (٢١) توضيح علاج الأحجار الأثرية ، بمحلول السيليكات ، بنسبة تركيز ٥ ٪



صورة رقم (٢٢) توضح علاج الأحجار الأثرية بمحلول السيليكون Silane بنسبة تركيز ٥٪



صورة رقم (٢٣) توضح علاج الأحجار بمحلول البارالويد

الباب الثالث

مبدئ ترميم وصيانة النحاس والبرونز



« النحاس والبرونز »

أولا النحاس

لا يوجد النحاس عادة فى الطبيعة كفلز خالص كما يوجد الذهب ولكنه يستخلص غالباً بطرق صناعية من خاماته التى لا تلفت النظر إليها ومع ذلك فإنه يعتبر من أقدم المعادن المعروفة للإنسان إذ استخدم فى مصر قبل الذهب فى فترة البدارى وفى عصر ما قبل الإسرات .

أما أقدم آثار وجدت من النحاس فهى بعض أنواع الخرز والمثاقب والدبابيس ، ويرجع تاريخها إلى فترة البدارى وقد ظلت هذه الأدوات مستعملة خلال عصر ما قبل الإسرات ، إلا أنه قد زادت عليها الأساور والأزاميل الصغيرة والملاقط وأشياء صغيرة أخرى وذكر ويزنار أن كل الأشياء التى سبق تاريخها عصر ما قبل الأسرات المتوسط نادرة وصغيرة وغير متقنة الصنع ولكن بانتهاء عصر ما قبل الإسرات كان فى حيازة المصريين القدماء أسلحة من النحاس يمكن استعمالها عملياً فى القتال. ثم فى أوائل عصر الإسرات استعملت بكثرة رؤوس الفؤوس الثقيلة والمطارق والأزاميل والسكاكين والخناجر والرماح وبعض الآلات والحلى كذلك استخدمت بكميات كبيرة بعض الأوانى المنزلية كالطشوت والأباريق . فقد وجد بترى فى المقابر التذكارية بابيدوس ـ ويرجع تاريخها إلى عصر الأسرة الأولى ـ كميات وفيرة من الأدوات النحاسية على الرغم من أن هذه المقابر كانت قد سرقت أو نبشت من قبل ، وفى مقبرة الملك « جر » من الأسرة الأولى بسقارة عثر امرى حديثاً على كميات وفيرة جداً من الأدوات النحاسية تشمل « ١٢١ » سكيناً ، « ٧ » مناشير و٦٨ اناء و٣٢ مخرازاً و٢٦٢ ابرة و١٥ مثقابا و٧٩ أزميلاً و ٧٥ لوحة مستطيلة و١٠٢ مطرقة و٧٥ فاشاً .

ويذكر أحياناً أنه حينما كان النحاس يستعمل بكميات قليلة نسبياً خلال العصور القديمة كان يؤخذ من الفلز الخام « أى النحاس الموجود فى الطبيعة خالصاً » ولكن مهما كان نصيب هذا القول من الصحة . فلا شك أن النحاس

الذى استعمل فى كل العصر التالية كان مستخلصاً من خاماته ، ولقد حلل الأستاذ / بانستر أزميلاً من النحاس يرجع تاريخه إلى أوائل عصر الأسرات ، وأورد الأستاذ « دش » نتائج هذا التحليل ووجد أنه يحتوى على « ٢٫٥١٪ » من الفضة و « ١٫١٤٪ » من الذهب وقد علق دش على هذه النتيجة بقوله « أن تركيب هذه العينة التى تحتوى على نسبة كبيرة من الذهب والفضة يدل على أنها من الفلز الخام ، كما يشير كوجلان إلى وجود نسبة كبيرة من الذهب والفضة فى النحاس مما يدل على أن مصدره هو الفلز الخام ومما يذكر فى هذا المقام أن هذا الأزميل الذى حلله بانستر يقول كنت قد أعطيته وكنت أنا بدورى تسلمته من المرحوم المستر فيرت الذى عثر عليه فى بلاد النوبة وأنى أستبعد كثيراً أن أثر كبير نسبياً كهذا الأزميل قد صنع من النحاس الخام لا سيما إذا كان من العصر الذى نسب إليه .

وهناك تعليل آخر أكثر احتمالاً وهو أن خام النحاس الذى استعمل فى مثل هذه الحالات كان يحتوى على نسب قليلة من الذهب والفضة وهى ظاهرة ليست مجهولة فى الصحراء الشرقية التى يحتمل أنها كانت مصدر هذا الخام ومما يؤكد هذا الإفتراض ما ذكره بول من أن « عروق الكوارتز فى الصحراء الشرقية كانت تحتوى على شوائب النحاس بالإضافة إلى الذهب » كما أن منجم الذهب الذى يقع شرق أدفو يحتوى أيضاً على عروق من خام النحاس .

ويقول ريكارد أن النحاس الخام يعتبر أكثر انتشاراً مما يظن وأن استعمال النحاس الخام يحدد بدء أى معرفة قديمة بالفلزات ، والواقع أنه من المعروف جيداً أن النحاس يوجد فلزاً خالصاً فى مناطق متعددة فى العالم بل أنه يوجد بوفرة فى بعضها وخصوصاً فى أمريكا الشمالية ، كما أنه من المعروف أيضاً أنه قد استخدم بكثرة فى وقت من الأوقات لعمل الحلى والأسلحة والآلات ولكن .. الشعوب التى استخدمته ظلت على بداءتها ولم تتجاوز معرفتها به أكثر من استعماله كما هو، ولم تشرع أبداً فى استخلاصه من خاماته أما تصنيع النحاس الخام فى مصر قديماً واستعماله بها فأمر يفتقر إلى دليل قوى مع أن بعض القطع النحاسية القليلة التى وجدت بمصر منذ أقدم العصور ، مثل خرز فترة البدارى النحاسية القليلة التى

وحدت بمصر من أقدم العصور ربما تكون قد صنعت من النحاس الخام إلا أن ذلك لا يعد دليلاً مؤكداً .

وعند دراسة استخدام النحاس الخام بمصر يجب ألا ننسى حقيقة هامة وهى استعمال الملاخيت بكميات وفيرة ككحل العين . ومادة ملونة للحصول على اللون الأخضر والملاخيت أحد خامات النحاس الموجودة فى مصر ، وقد كان يحول إلى نحاس .

وتوجد خامات النحاس داخل الحدود الجغرافية لمصر فى منطقتين رئيسيتين هما شبه جزيرة سيناء والصحراء الشرقية ، ولكن كمية الخامات بهما الأن ليست بالكثرة التى تكفى للإستغلال فى الوقت الحاضر إذ يمكن الحصول على كميات أوفر من هذه الخامات من أماكن أخرى .

ولا ثبات أن المصريين القدماء استخلصوا النحاس من خاماته بطريقة الصهر يوجد دليلان أولهما وجود أماكن تحتوى على الخبث وثانيهما النقوش التى تركتها بعثات التعدين فى الأماكن المجاورة من مناجم النحاس .

شبه جزيرة سيناء

وجدت مخلفات بعض الصناعات القديمة فى مناطق عديدة فى شبه جزيرة سيناء ومنها المناطق القريبة من معبد سرابيت الخادم قريتان فى الجنوب الغربى من شبه جزيرة سيناء وتبعد الواحدة منها عن الأخرى بحوالى أثنى عشر ميلاً .

وفيما يتعلق بنحاس سرابيت الخادم فالأدلة على استخراج النحاس منها أقل وضوحاً وأن اثار العمل القديم بها لم تبحث بعناية من هذه الناحية ولكن خام النحاس وجد بجوارها مباشرة وقد عثر بالمعبد على جفنه لصهر النحاس .

أما النحاس الذى استخرج قديماً فى كل من مغارة وسرابيت الخادم فإن معظمه من كربونات النحاس الخضراء (الملاخيت) وكربوناته الزرقاء (الأزوريت)

وسيليكاته (الكريزوكولا) .

وقد تركت بعثات التعدين القديمة نقوشاً فى المغارة وفى الوادى والمناجم القريبة من سرابيت الخادم وفى المعبد الموجود بها وكذلك بالقرب منه .

وتوجد أكوام من الخبث فى أماكن لا توجد بها أية مناجم ، وأكبرها يقع فى وادى نصيب ، شمال غرب سرابيت الخادم وقد سبق أن ذكرنا أنه يوجد بهذا الوادى نقش من الأسرة الثانية عشرة ويوجد على امتداد هذه الأكوام خبث كثير متناثر على طول الطريق حتى الممر المؤدى إلى لوحة أمنوفيس الرابع .

وتوجد أكوام خبث قديمة مشابهة للسابقة . ولكنها تحتوى على كميات قليلة فى الجانب الجنوبى من وادى نصيب ، ويقع فى جنوب غرب سرابيت الخادم . كما يوجد كوم خبث آخر فى جبل سفريات الواقع جنوب جبل جبران.

الصحراء الشرقية :

يوجد خام النحاس فى عدة مناطق بالصحراء الشرقية وهى :

١ ـ وادى عربة : وهو يقع فى اتجاه شرقى بنى سويف تقريباً (حوالى خط عرض ٢٩ شمالاً) بالقرب من خليج السويس ، وقد فحصت عينة من هذا الخام وثبت أنه يحتوى على الكريزوكولا ، إلا أن كمية الخام بهذا الوادى ضئيلة جداً ولا يوجد دليل على أنه استغل قديماً .

٢ ـ جبل عطوى : ويقع جنوب الأقصر وتوجد بهذا الجبل آثار تعدين قديمة ولكن نوع الخام الموجود به غير محدود .

٣ ـ جبل دارا : ويقع على خط عرض ٢٨ شمالاً وخط طول ٣٣ شرقاً وبه آثار تعدين قديم ، والخام الموجود به هو الكريزوكولا .

٤ ـ منجم الذهب بدنجاش : وهو يقع شرقى أدفو (حوالى خط عرض ٥٠ وشمالاً خط طول ٣٣٤٥شرقاً) ويظهر أن كمية الخام فيه ضئيلة جداً ولم يذكر أى شىء عن نوعه وعما إذا كان قد استغل قديماً أم لا .

٥ ـ أم سيوكى : فى سفح جبل أبو حماميد ، وهى تقع شمال غرب رأس بناس على بعد ٥٠ كيلو متر من .. الشاطىء . وبها دلائل تثبت استغلال هذا المنجم قديماً على نطاق واسع إذ توجد بها عدة خنادق لاستخراج الخام منها. أما الخام الظاهر على السطح فيتكون من الملاخيت والأزوريت وتوجد منها طبقات أخرى من كبريتيد النحاس وخام الرصاص وكبريتيد الزنك الذى يحتوى على بعض الفضة . وقد وجدت أيضاً بهذه المنطقة مسحنات للخام وبعض الخبث . ومما يجدر ذكره أن هذه هى أهم منطقة لاستخراج خام النحاس اكتشفت فى مصر حتى الآن ، إذ قد وصل فيها العمل القديم إلى أربعين وخمسين قدماً تحت الأرض .

خامات النحاس :

تعتبر أهم خامات النحاس التى توجد فى أماكن مختلفة فى مصر ـ بما فيها شبه جزيرة سيناء هى الأزوريت والكريزوكولا والملاخيت وقد سبق أن أشرنا بصفة عابرة عن أماكن وجودها فى مناجم النحاس القديمة.

الأزوريت :

مادة ذات لون أزرق غامق جميل ، وتتركب من كربونات النحاس القاعدية وتوجد فى كل من شبه جزيرة سيناء والصحراء الشرقية وهى تتكون عادة نتيجة لتفكك كبريتيد النحاس ثم تأكسده ولذلك يوجد معدن الأزوريت .. عادة على السطح أو قريباً منه . ومن ثم كان من السهل الكشف عنه واستخراجه وهو موجود عادة مختلطاً بالملاخيت ولكنه ليس بوفرة .

وقد استخدم الأزوريت فى مصر لغرضين الأول لاستخراج فلز النحاس والثانى كمادة ملونة وقد ظل استعماله للتلوين سائداً فى معظم العصور الفرعونية بجانب المادة الزجاجية الزرقاء (blue frit)التى كانت تحضر صناعياً .

الكريزوكولا :

مادة ذات لون أزرق أو أخضر مائل إلى الزرقة وتتركب كيميائياً من سيليكات النحاس ، وتوجد فى كل من شبه جزيرة سيناء وصحراء مصر الشرقية ويظهر أنها قد استغلت قديماً على نطاق ضيق فى كل من هاتين المنطقتين لاستخلاص فلز النحاس منها . وعلاوة على هذا فقد استخدمت أحياناً لتكحيل العين .

كما عرفت حالة واحدة فقط استخدمت فيها هذه المادة لعمل تمثال صغير لطفل وجد فى مقبرة من عصر ما قبل الأسرات فى ميراكونيوليس (نخن = الكوم الأحمر) .

الملاخيت :

واسمه باللغة المصرية القديمة شسمت ، وهذا المعدن عبارة عن مركب لونه أخضر يشبه الأزوريت فى تركيبه إذ يتكون هو الآخر من أحد كربونات النحاس القاعدية والملاخيت أقدم خامات النحاس التى استخدمت فى مصر وأهمها إذ أنه مثل الأزوريت ينشأ عن تفكك كبريتيد النحاس ثم تأكسده ولذلك يظهر على سطح معظم الرواسب النحاسية ويوجد فى مصر فى كل من شبه جزيرة سيناء والصحراء الشرقية .

وقد استعمل الملاخيت فى مصر منذ فترة البدارى إذ منذ ذلك العهد حتى الأسرة التاسعة عشرة على الأقل كان يستعمل لعمل الكحل . كما أنه قد استخدم أيضاً فى عصر متقدم كمادة ملونة لتلوين المناظر داخل المقابر الفرعونية ولأغراض أخرى أهمها تلوين مواد التزجيج والزجاج باللون الأخضر ويضاف إلى ذلك أنه كان يصنع منه أحياناً الخرز والتمائم وأشياء أخرى صغيرة ومع ذلك فقد كان استخراج فلز النحاس منه أهم الأغراض التى استخدم من أجلها لارتفاع نسبة النحاس فيه عن غيره من الخامات الأخرى .

ثانيا : البرونز

تشهد الدراسات العلمية المختلفة بأن للمصريين القدماء دور ريادى فى الصناعات المعدنية الفضية والذهبية والنحاسية عبر عصور التاريخ المختلفة إلا أن صناعة البرونز المختلفة تحتاج إلى مزيد من الدراسات والبحوث وتقصى الحقائق العلمية لإماطة اللثام عن هذه الصناعة ومراحلها المختلفة التى تضاربت من حولها آراء الأثريين وعلماء دراسة التطور التكنولوجى . فمن قائل بأن المصريين القدماء برعوا فى صناعة وتشكيل الأوانى البرونزية ومن قائل بأن سبيكة البرونز لم يعرفها المصريون إلا فى العصور المتأخرة رغم أن الشعوب المجاورة لمصر خاصة الشعوب الأسيوية عرفت أسرار صناعة البرونز منذ حوالى ٣٥٠٠ ق . م .

وقد ذكر لوكاس أن صناعة البرونز بدأت فى عصر الدولة الوسطى والدليل على ذلك ما عثر عليه من أدوات وتماثيل برونزية يعود تاريخها إلى عصر الأسرة الثانية عشرة ثم ازدهرت هذه الصناعة فى عصر الدولة الحديثة وخاصة مع إشراقة فجر الأسرة الثامنة عشرة وما بعدها من أسرات ولكن يمكن القول أن صناعة البرونز أخذت تتوطد دعائمها على أرض مصر منذ العصور الإسلامية وخاصة خلال العصر الفاطمى والأيوبى والمملوكى والعثمانى والدليل على ذلك ما يحتفظ به المتحف الإسلامى بالقاهرة وغيره من المتاحف العلمية من أدوات وتحف برونزية إسلامية الصناعة والزخرفة .

والبرونز عبارة عن سبيكة تتكون أساساً من النحاس والقصدير وبعض المعادن الأخرى التى توجد بنسب متفاوتة وإن كانت صغيرة مثل الزنك والألمنيوم .

وفى الماضى كان الصناع يصنعون سبيكة البرونز من معدنى النحاس والقصدير فقط ثم أضافوا إليها الرصاص وخاصة فى العصر اليونانى الرومانى بقصد تحسين خصائصها الفيزيائية . وقد اتبع هؤلاء الصناع طرقاً عديدة فى صناعة الأدوات والتحف البرونزية ولكن أهم هذه الطرق طريقة الطرق على المعدن وهو ساخن وطريقة صب المصهور المعدنى فى قوالب أعدت خصيصاً لهذا الغرض وطريقة الصب تنقسم إلى طريقتين أساسيتين هما طريقة الصب المفرغ والصب المصمت .

عوامل تلف الآثار المعدنية

تتعرض الآثار المعدنية لعوامل وقوى التلف المختلفة التى تترك بصماتها الضارة فى تلك الآثار وتتوقف حدة التلف على درجة نقاء المعادن التى استخدمت فى صناعة هذه الآثار ونوعية العوامل المتلفة التى تهاجم تلك الآثار ويمكن القول أن علماء ترميم وصيانة الآثار المعدنية اتفقوا على أن ميكانيكية تلف الآثار المعدنية على اختلاف أنواعها إنما تعتمد على عاملين رئيسيين أهمهما .

١ ـ العوامل الداخلية Indogeneous factors

٢ ـ العوامل الخارجية Exogeneous factor

العوامل الداخلية :

تتمثل العوامل والأسباب الداخلية التى تتسبب فى تلف الآثار المعدنية بمرور الزمن فى مدى درجة نقاء المعادن وجودة صناعتها وعيوب التركيب البللورى لتلك المعادن ووجود شوائب معدنية كل ذلك يلعب دوراً أساسياً فى تنشيط التفاعل بين المكونات المعدنية لتلك الآثار وما يحيط بها من عوامل وقوى متلفة وقد ثبت أن الآثار المعدنية التى تحتوى على مكونات معدنية غير نقية أو أنها غير جيدة التصنيع تتعرض للتلف الشديد بدرجة تفوق الآثار المعدنية التى تحتوى على معادن نقية وخالية من الشوائب الضارة والتى أفلح الصانع فى الماضى فى صناعتها .

العوامل الخارجية :

تعتبر العوامل الخارجية من أخطر عوامل التلف التى تهاجم الآثار المعدنية فتسبب فى تلف مكوناتها المعدنية وتدمير بنيتها الداخلية وتحويلها إلى مكونات هشة صدئة فاقدة التماسك وتعتبر الرطوبة بمصادرها المختلفة سواء إذا كانت الرطوبة النسبية المرتفعة أو الأمطار والتكثيف وبخار الماء وكذلك غازات التلوث الجوى والأكسوجين وغيرها من عوامل وقوى التلف من العوامل التى تهدد الآثار المعدنية بالدمار وضياع المعالم والزخارف ما لم تتخذ الإحتياطات العلمية اللازمة للحماية والحفظ والصيانة بعيداً عن مصادر التلف المختلفة .

ولا شك أن العوامل والقوى المتلفة تتسبب فى تحويل الآثار المعدنية سواء النحاسية أو البرونزية إلى آثار مغطاة بطبقات صدأ مختلفة السمك أو آثار تحولت إلى كتل من الصدأ (صورة رقم ١ ، ٢) .

طرق العلاج والصيانة

قبل إجراء عمليات العلاج والصيانة لابد من فحص الآثار المعدنية بالطرق والأجهزة العلمية التى تكشف عن حالة التلف التى وصلت إليها تلك الآثار وطبيعة نواتج التلف التى تكونت فوق أسطحها تمهيداً لاختيار أنسب طرق العلاج وأفضل المواد الكيميائية التى تتميز بفاعلية العلاج وتحقق نجاحً طيباً فى علاج وصيانة الآثار المعدنية .

وفى معظم الحالات تبدأ عمليات العلاج بالتنظيف وإن كان ذلك يتوقف على حالة الآثار المعدنية وقدرتها على تحمل عمليات التنظيف المختلفة .

ويتبع المرمم طريقة التنظيف الميكانيكى وطريقة التنظيف الكيميائى فى تخليص الآثار المعدنية مما قد ترسب فوق أسطحها من نواتج التلف المختلفة والتنظيف الميكانيكى يتم باستخدام الأدوات والأجهزة المختلفة التى تقتلع نواتج التلف من أماكنها دون ضرر لأسطح الآثار المعدنية وما بها من زخارف مختلفة . أما التنظيف الكيميائى فيستخدم فى حالة وجود نواتج تلف لم تفلح وسائل التنظيف الميكانيكى فى إزالتها ويتم التنظيف الكيميائى باستخدام المحاليل الكيميائية مثل محلول ملح روشل وهو يتكون من نترات البوتاسيوم والصوديوم المذابة فى الماء كما يستخدم حمض النيتريك وحمض الكبريتيك بنسب تركيز منخفضة فى إزالة نواتج التلف الملتصقة بأسطح الآثار المعدنية .

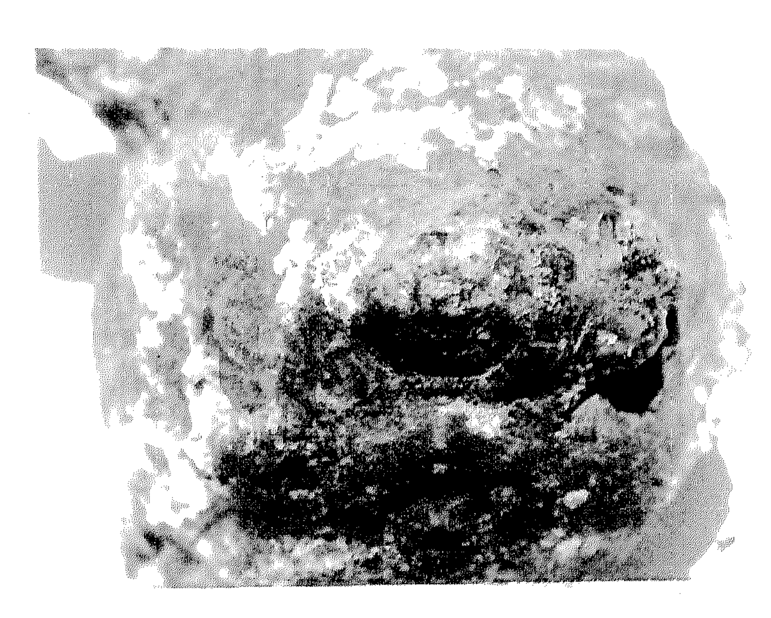
وهناك طرق حديثة يستخدمها المرممون فى إزالة نواتج التلف وتعتمد على استخدام وسيلة الإختزال الكهربى الذاتى أو الإختزال بالتحليل الكهربى ويتم ذلك فى معامل علاج وصيانة الآثار المعدنية وفى نهاية مراحل التنظيف يلجأ المرممون إلى وسيلة هامة لحفظ الآثار المعدنية من التلف فى الحاضر والمستقبل وذلك بتغطية أسطحها الخارجية بطبقة رقيقة من المواد الكيميائية المناسبة التى تحمى الآثار المعدنية من تأثيرات الحرارة والرطوبة والتلوث الجوى أطول فترة ممكنة دون أن تتأثر هذه الآثار أو تلك المواد الكيمائية بعوامل وقوى التلف النشطة الموجودة فى الوسط المحيط .

كما يمكن الحفاظ على الآثار النحاسية والبرونزية من التلف فى الحاضر والمستقبل وذلك بتغطية اسطحها بعد العلاج بالمحاليل الكيميائية المناسبة مثل محلول البارالويد B- 72 الذى لا تتعدى نسبة تركيزه ٣ ٪





صورة رقم (١)



صورة رقم (٢)

صورة رقم ١ ,٢ توضحان حالة التلف التى وصلت إليها بعض الآثار النحاسية والبرونزية .



الباب الرابع

مبادئ ترميم وصيانة الآثار الفخارية



تطور صناعة الفخار فى مصر القديمة

صناعة الفخار فى عصر ما قبل الأسرات :

لقد عرف الإنسان المصرى القديم صناعة الفخار منذ بداية العصور الحجرية أى ما قبل الأسرات predynastic Period . وفى العصور النيوليثية أى ما قبل سبعة آلاف عام حيث كانت الآنية الفخارية تصنع بطريقة بدائية حتى تغير هذا الأساوب فى فترة البدارى وما تلاها من فترات وعهود زمنبه مختلفه فقد بدأ المصريون القدماء فى العهود الأولى تصنيع المشغولات الطينية باليد وتطور الأمر بعد ذلك إلى استخدام العجلة أو الدولاب Wheelلصنع الجرار الكبيرة فى عهد الأسرة الأولى وما تلاها .

ولقد ذكر بترى أن أول استخدام لعجلة الفخار كان لصنع الجرار الكبيرة التى أنتجها المصنع الملكى فى الأسرة الأولى .

ويقول ريزنر أن تاريخ استخدام أول عجلة فى صنع الفحار يرجع إلى حكم خع سخموى واعتلاء سنفرو العرش . ولقد أضاف فرانكفورت أن استخدام عجلة الفخار لم يعمم فى مصر إلا فى عهد الأسرة الرابعة وإن كان قد جرى فى أوقات متفرقة منذ عهد الأسرة الأولى . (صورة رقم ١ ، ٢) .

وقد وجدت صور لهذه العجلة وكيفية إستعمالها مصورة على جدران مقبرة ترجع للأسرة الخامسة وفى كل عصر من العصور تميزت الأوانى الفخارية بمميزات خاصة وخاصة اوانى البدارى وديرتاسا ونقادة ومرمدة بنى سلامة .

مرمدة بنى سلامة

تقع مرمدة بنى سلامة على بعد ٥١ كم شمال غرب القاهرة وقد اكتشفها هرمان يونكر H.Junkerعام ١٩٢٨ حيث عثر على مجموعة من التحف الآثرية التى ترجع إلى العصر الحجرى الحديث ويتميز فخار مرمدة بنى سلامة بأنه أسود اللون خشن بسيط فى أشكاله وزخارفه حيث يتناسب مع مطالب الحياة البسيطة ويتميز بوجود الآنية المزدوجة كما يتميز أيضاً بوجود بروزات حول حافة الآنية لكى

يسهل حملها وتم تحليتها بثقوب فى جوانبها .

فخار ديرتاسا :

تقع ديرتاسا على الجانب الشرقى للنيل على مقربة من البدارى بمحافظة أسيوط وقد قام بالتنقيب هناك كل من سامى جبرة وج . برنتون G. Brunton عام ١٩٢٨ . أما فخار ديرتاسا فيتميز بأنه فخار أحمر اللون ذو حافة سوداء أو فخار أسود مصقول مزين بزخارف بيضاء على شكل مجموعات من المثلثات أو أشكال أخرى وقد اتخذ بعض اشكال الكئوس ذات الحافة الواسعة هذا بجانب الفخار الأسود والبنى والرمادى .

***** فخار البدارى :**

تقع مدينة البدارى بمحافظة أسيوط وقام بالحفر فيها الباحث الانجليزى ج.برونتون وقد اهتم أهل البدارى بالإرتقاء بصناعة الفخار والعناية برقة جدرانه وزخرفته فهناك الأوانى الحمراء ذاتالحافة السوداء التى كانت تحرق مقلوبة أغلب الظن كما زينت قواعد الأوانى بأشكال تشبه سلال الغلال والأغصان المتقاطعة من الداخل كذلك زينت السطوح الخارجية لبعض أوانى الفخار بخطوط دقيقة كأنها تموجات خفيفة .

فخار حضارة نقادة الأولى :

تقع نقادة بمحافظة قنا وقد قام بالتنقيب هناك فلندر تبرى F. Petrie وكويبل Quibell وذلك فى الأعوام ١٨٩٤ / ١٨٩٥ ويتميز فخار نقادة بأنه فخار أحمر مصقول والفخار الأحمر ذى الحافة السوداء ونوع ثالث يطلق عليه الفخار ذو الرسوم البيضاء المتقاطعة وهو فخار أحمر عليه نقوش باللون الأبيض أما رسوم هذا الفخار سواء التى رسمت على جدرانه الداخليه والخارجية فمنها ما يمثل زخارف شبه هندسية ومنها ما يمثل مناظر بشريه أو حيوانيه ربما لغرض السحر ومناظر طبيعيه مختلفة .

ويتميز فخار نقادة الأولى بتنوع أشكاله فهناك الطواجين والأطباق والأكواب والأوانى ذات الشعبتين أو الثلاثة .

*** فخار حضارة نقادة الثانية :

إنتشرت هذه الحضارة حتى منطقة النوبة السفلى جنوباً وحتى جرزة وأبو صير الملق والمعادى شمالاً ويتميز فخار نقادة برقته كما أطلق عليه بترى اسم الفخار ذو الزخارف أو الرسوم الحمراء وهى رسوم تندر فيها الأشكال الهندسية وتكثر فيها الصور الإنسانية والحيوانية والطيور المائية بجانب صور لمراكب ونباتات كما تميزت أيضاً حضارة نقادة بنوع آخر من الفخار اصطلح على تسميته بالفخار ذى المقابض المتوجة وهى المقابض أو الحواف التى تكون على جانبى الإناء وتستعمل كمقابض أو تلف هذه الحواف حول الوسط أو وسط الآنية بأكملها وغالباً ما تكون بروزاً بسيطاً وفى هذه الحالة يكون الهدف منها الزينة .

** فخار حضارة المعادى :

بدأت كلية الآداب ـ جامعة القاهرة أعمال الحفر والتنقيب فى منطقة المعاد، ابتداء من عام ١٩٣٠ باشراف كل من منجهن Minghinومصطفى عامر وبعد ذلك قام الدكتور إبراهيم زرقانة لفترات متقطعة بالتنقيب هناك حتى عام ١٩٦٩ ويتميز الفخار فى المعادى بأنه من النوعين الأحمر الأملس السطح والأسود المصقول بجانب أوانى ذات مقابض وآخرى ذات قواعد كما وجد فى المقابر الخاصة بها أوانى متعددة كانت توضع مع المتوفى لتلازمه فى الحياة الآخرى .

فخار حضارة جرزة :

تقع قرية جرة عند مدخل مدينة الفيوم .

ولقد تطورت صناعة الفخار فى بلدة جرزة تطوراً عظيماً فلأول مرة نرى أوانى الفخار من طفلة الأودية الجبلية بدلاً من طمى نهر النيل وقد زينت بنقوش تمثل

الطبيعة بما فيها من نبات وحيوان وفيها أطلق الفنان العنان لخياله فأبدع أيما ابداع في زخرفة تلك الأواني فاستحق بذلك أهالي جرزة لقب صناع الفخار المزين .

فنون الفخار في الدولة القديمة

ظلت الأواني الفخارية البسيطة والتي تشكل باليد من الصناعات الشائعة في عهد الدولة القديمة كما هي لم يطرأ عليها أي تغييرات ولكن التطور قد بدأ يظهر بشكل واضح بمرور الوقت وخصوصاً في الأواني والأوعية المشكلة على الدولاب أو العجلة والتي كانت تدار باليد اليسرى في حين تقوم اليد اليمنى بالتشكيل حيث كانت تدارهذه العجلة باليد وليس بالأقدام وكانت تحرق هذه الأواني في أفران خاصة مبنيه من الطوب اللبن ويطلق عليها اسم قمائن حرق الفخار وكانت تزخرف بالمناظر النباتية والهندسية والحيوانية والآدمية بجانب بعض العلامات والصور الشائعة في الكتابة المصرية القديمة وكانت تنتشر أنواع الفخار المختلفة في هذه الفترة من حيث اللون والشكل فكانت تصنع الأواني الفخارية الكبيرة والصغيرة وتبين هذا كله الصور الموجودة على جدران المقابر التي ترجع إلى هذه الفترة .

فنون الفخار في الدولة الوسطى :

في هذا العصر تقدمت صناعة الفخار إلى حد ما عن الدولة القديمة وإن ظل اسلوب الصناعة واحدا من حيث إستخدام اليد في التشكيل أو استخدام العجلة في التشكيل كما يتضح في صور بعض جدران المقابر التي ترجع إلى الأسرة الثانية عشرة في بني حسن بالمنيا فلقد تطورت صناعة الجرار والقدور والأقداح والصحاف من مختلف الأشكال وكان معظم هذه الأواني الكبيرة والصغيرة ليس لها قواعد تستعد عليها وإنما تضيق في جزئها السفلي بدرجة كبيرة أو صغيرة وذلك لأنها كانت تثبت في أرضية المنزل أو توضع على قواعد على شكل الحلقة أو في حامل من الخشب وتحتفظ المتاحف ببعض الأمثلة علاوة على ذلك تتجلى في الأواني على إختلاف تفاصيلها بساطة كبيرة في أشكالها بصفة عامة كما تتميز بأنه ليس لها مقابض وظهرت الأواني التي تحاكي في شكلها السلال أو الأواني

التى صنعت من الحجر وزخرفت هذه الأوانى بأشكال الحيوان وغير ذلك من الأشكال الخيالية والنباتية والهندسية المختلفة

فنون الفخار فى الدولة الحديثة

تطورت صناعة الفخار فى عصر الدولة الحديثة إلى حد بعيد والذى يعتبر أحد العصور الذهبية للفن المصرى القديم على وجه الإطلاق حيث تقدمت صناعة الفخار تقدماً هائلاً وخاصة فى استخدام عملية التشكيل بالعجلة التى تدار بالقدم.

وفى هذا العصر ظلت الأوانى ذات الأشكال البسيطة مثل جرار الخزين معروفه فى تل العمارنة كما وجدت الأوانى ذات الصور الملونة حيث تميز هذا العصر بزخرفة الأوانى الصلصالية والتى كان يتم تزينها بأكاليل الزهر فى ألوان زاهية وفى بعض الأحيان كانت تزين أيضاً بصور بعض الحيوانات والطيور كالبط والعجول والخيل وهذا ما يتضح فى الأوانى الفخارية التى خلفتها لنا الأسرة الثانية عشرة ومن أمثلتها الأوانى المختلفة ذات الألوان والأشكال الجميلة وأوانى وجرار النبيذ والتى عثر عليها فى مقبرة توت عنخ أمون بالإضافة إلى ما عثر عليه من أوانى فخارية فى العمارنة والجيزة .

***عملية تشكيل الفخار :

بعد عملية العجن التى كان يقوم بها الصانع لمكونات الفخار والوصول إلى قوام مناسب والتى كانت تستغرق بضعة أيام وكانت المكونات توضح فى أحواض خاصة بدأ الفنان فى عملية تشكيل الأوانى والتى كانت تتم يدوياً حتى عصر ما قبل الأسرات وقد اختلفت الآراء بالنسبة لبداية عملية التشكيل وإن اتفقت الآراء على استخدام عملية التشكيل بانتظام فى الدولة القديمة وتوجد مناظر جدارية مصورة فى بعض المقابر تمثل هذه العملية التى ترجع إلى الاسرة الخامسة فى سقارة وأيضاً داخل احدى مقابر الأسرة الثانية عشرة فى بنى حسن . وفى الدولة الحديثة استخدمت عملية التشكيل بالعجلة التى تدار بالقدم وجدير بالذكر أن استخدام عجلة التشكيل لم يلغ تماماً تشكيل الأوانى الفخارية يدويا والتى ما زالت تستخدم فى ريف مصر حتى الآن .

وفى المرحلة النهائية لتشكيل الإناء كان يقوم الفنان بتنعيم سطحه الخارجى باليد المبللة وهذه العملية تعطى السطح ملمساً جميلاً كما أن هذه العملية تؤدى إلى سد مسام الإناء الفخارى فلا يتأثر بالماء .

*** تلوين الفخار بالفسول الأحمر

الغسول الأحمر عبارة عن مستحلب مائى من أكسيد الحديديك الأحمر (الهيماتيت) والمسمى بالمغرة الحمراء والتكسيه كانت تتم باستخدام طفله فاتحة اللون دقيقة الحبيبات تتحول إلى اللون الأحمر بالإحراق وتستخدم فى صورة مستحلب مائى ثقيل القوام لتكسية الأوانى وقد يضاف إليها اللون الأحمر أولا ويستخدم كل منها فى المراحل الأخيرة لتشكيل الأوانى وقبل تمام جفافها . والتكسية تستخدم لأغراض شتى أهمها تقليل مسامية الأناء الفخارى فلا يتأثر بالرطوبة كما أنها تكسب الأناء بعد الجفاف سطحا أملسا جميل المنظر وحتى يستطيع الفنان زخرفته بالمناظر والزخارف المختلفة بسهولة .

خامسا : تخفيف الأوانى الفخارية

تعتبر عملية تجفيف الأوانى الفخارية التى تم تشكيلها من العمليات الأساسية حيث أن هذه الأوانى بعد مرحلة التشكيل تعتبر فى حالة من اللزوجة العالية ولا يمكن تناولها أو استخدامها إلا بعد مرحلة التجفيف وكانت الأوانى تترك لتجف فى الهواء الطلق وبعيداً عن أشعة الشمس القوية حتى لا تتعرض الأوانى للتشقق أثناء وبعد الجفاف .

*** صقل وتلميع سطح الأوانى الفخارية

بعد أن تجف الأوانى الفخارية تماما كان يقوم الفنان بإجراء عمليات صقل وتلميع لأسطحها الخارجية وذلك بواسطةقطع من الأحجار الصلبة الناعمة التى كان يغمسها الفنان فى الزيوت والشحوم والشموع أو الجرافيت لتسهيل عملية الصقل وقد استخدم حجر الجرافيت فى الدولة الوسطى لهذا الغرض .

وعملية الصقل تؤثر كثيراً فى إكساب الاناء اللون الفاتح بعد الإحراق مما

يصعب معه التأكيد من تغشية الأناء أو طلاؤه بالغسول الأحمر وذلك نتيجة لتغير لون السطح الخارجى لهذا الاناء وآثار الصقل لها مقدرة على البقاء والثبات بعد عملية الإحراق .

حرق الأوانى الفخارية

تعتبر عملية حرق الأوانى بعد جفافها آخر مراحل التصنيع ولها أهميتها الخاصة وتعتبر من العمليات الأساسية فى هذه الصناعة وفيها يتم طرد الماء المدمص أو المتحد كيميائياً فى الطفلة عند درجات الحرارة ٥٠٠ ـ ٦٠٠ مئوية حيث يحدث التحول فى الخواص الطبيعية لمادة الطفلة التى تتحول إلى مادة صلبة غير لدنه ولا يؤثر فيها الماء ثانية وتعتبر من التحولات ذات الإتجاه الواحد Irreversible لا تعود بعدها الآنية إلى حالة اللدونة .

وفى العصور الأولى كانت تتم عملية الإحراق بعمل أكوام من الأوانى أو القدور ترص على الأرض مخلوطة بالوقود وأحياناً كانت تغطى بروث الحيوان لحفظ الحرارة على الأسطح العليا والوقود المتاح فى ذلك الوقت كان التبن وسيقان النبات والأشجار الجافة مع إحتمال إحاطة هذه الأكوام بجدار من الطين فى عصر متأخر، وقد أدى ذلك إلى نشأة قمائن الإحراق وتطورها فى عهد الأسرة الخامسة حيث توجد لها صور داخل بعض مقابر سقارة وبنى حسن من الأسرة الثانية عشرة .

** أهم اساليب تلوين وزخرفة الأوانى الفخارية :ـ

مما لا شك فيه فإن لون الفخار يتوقف على عدة عوامل أهمها :ـ

* نوع الطفلة المستخدمة .

** طبيعة الشوائب الموجودة فى الطفلة .

*** الوسط الحرارى داخل قمائن الإحراق .

**** مدة الإحراق داهل قمائن الحرق .

وليس من اليسير حصر مختلف ألوان الفخار أو حتى مجرد سردها ويرجع

السبب فى ذلك إلى التنوع الكبير فيما يوجد من فخار ذى الوان مختلفة وفيما يوجد من تفاوت طفيف فى درجات اللون الواحد كما يرجع من جهة أخرى إلى ما جرت به العادة من إطلاق مصطلحات تعوزها الدقة فى المعنى مثل فخار أشهب داكن أو برتقالى مصفر على بعض الأوانى فلا يكون للاسم المستخدم نفس الدلالة دائماً .

وأهم ألوان الفخار البسيط غير المطلى وغير المزخرف هى البنى والأسود والأحمر والفخار الأسود والأحمر والرمادى .

الفخار البنى :-

اللون البنى فى الفخار هو غالباً لون الأكاسيد المعدنية الحديدية الموجودة فى الطفلة المستخدمة فى صنعه لم يطرأ عليه تغيير أو تغير قليلاً بالإحراق الردئ للغاية والبقع السوداء التى توجد عليه غالباً هى لطخ الدخان وأحياناً بعض البقايا النباتية التى لم يتم حرقها . وهذا اللون يحتمل وجوده على فخار جميع العصور تقريباً ولو أنه ينتشر وجوده على الفخار البدائى والفخار الينوليثى .

الفخار الأسود :-

يمثل هذا الفخار نشأة ومولد عصر جديد لتطور صناعة وتلوين الأوانى الفخارية المختلفة ولا شك فى أن عدة عوامل قد ساعدت فى معرفة الأسباب والعوامل المؤدية إلى تكوين مثل هذا اللون وذلك من الملاحظة الدقيقة للصانع إلى أن تجمعات الدخان تؤدى إلى ظهور بقع سوداء فى الفخار فى المراحل الأولى والتى كان الصانع يتجنبها فيما بعد وكأى اكتشاف لا يمكن إرجاعه للصدفة وحدها بل إلى الفطرة والذكاء فى تفهم العوامل والأسباب واستغلالها فى تطور التكنيك لإنتاج مثل هذا النوع من الفخار .

وقد أجرى A. Lucas تجارب معملية بتسخين أوانى فخارية حمراء فى الفرن الكهربائى ثم طمرها مباشرة فى نشارة خشب وتبن مع تركها لمدة بسيطة مما أدى إلى تلوين سطح هذه الأوانى باللون الأسود .

*** الفخار الأحمر :-

لقد توصل الصانع المصرى القديم إلى معرفة معظم العوامل التى تؤدى إلى تلوين فخار بلون أحمر واضح وهى :-

* شدة اللهب المستخدم داخل قمائن الحرق حيث كلما زادت كمية اللهب ودرجة توهجه كلما زاد احمرار الآنية إذ أن الطفلة ذات اللون الأحمر الداكن تتحول بالإحراق إلى اللون الأحمر .

** مدة الإحراق ويعنى بها بقاء الآنية عند درجة التوهج فترة مناسبة وهذه تظهر بوضوح فى الأوانى السميكة الجدران حيث يظهر الجانبان باللون الأحمر بينما وسط الفحار يحتفظ باللون البنى أو الرمادى الداكن مما يعطى دلالة على عدم كفاءة الإحراق .

*** كفاءة اللهب وخلوه من الدخان وهذه النقطة لها أهمية كبرى وقد لاحظها الصانع عند ظهور بقع سوداء على الأوانى فى حالة ما إذا كان اللهب مدخناً ويتطلب خبرة من الصانع حيث يقوم بإمداد الكمية الكافة من الوقود حتى تتم عملية الإحراق وإلا فإن الدخان المتصاعد من الموقود الجديد سيؤدى إلى تسويد الفخار أو ظهور بقع سوداء عليه .

*** نوع الطفلة المستخدمة ومدى احتوائها على مركبات حديد خاصة الحديدوزية والتى تتحول إلى أكسيد الحديديك الأحمر وهذه المركبات توجد بكثرة فى الطفلة الطينية وتقل نسبتها فى الطفلة الجيرية .

**** استخدم الغسول أو الطلاء الأحمر وقد سبق الإشارة إليه وأن كان قد استخدم على نطاق واسع فى صورة المستحلب المائى للمغرة الحمراء وتشريب السطح بهذا الغسول قبل مرحلة الجفاف التام للآنية .

ويختلف الدارسون فى التفرقة بين الغسول الأحمر أو التغشية وإن كان من

المعروف أن المغرة الحمراء تحتوى على نسبة كبيرة من أكسيد الحديد والباقى من معادن الطفلة لذا فإن عمل مستحلب ثقيل القوام منها لن يفرقها عن التغشية المضاف إليها اللون وتستخدم كغسول أحمر مع إجراء عملية الصقل والتلميع وهذه العملية تجعل اللون الأحمر أكثر عمقا .

الفخار الأحمر الأسود :ـ

هذا النوع من الفخار يتميز بوجود كل من اللونين الأحمر والأسود فى نفس الآنية الفخارية وقد ظهر هذا الفخار بشكل واضح فى العصور الأولى وخاصة فى عصر البدارى حيث كانت مثل هذه الأوانى تتميز باللون الأحمر الواضح على سطحها الخارجى أما حافة أو شفة الأنية وكذلك السطح الداخلى فتتميز باللون الأسود القاتم .

وقد اقترح لصناعة هذه الأوانى طريقتان الأولى تتم بتكوين اللون الأحمر الخارجى وتسويد الفوهة والسطح الداخلى فى مرحلة واحدة والثانية بعد إتمام صناعة الآنية تلون باللون الأحمر ثم يتم تسويد الفوهة والسطح الداخلى فى مرحلة منفصلة .

ومن المناقشات العديدة التى تناولت موضوع صناعة هذه الأوانى يتضح أن الطريقة السابقة أو الواضحة والعملية للوصول إلى هذا الغرض هى أن يتم تلوين الإناء باللون الأحمر وبعد إنتهاء مرحلة الإحراق تخرج الآنية وهى ما زالت فى درجة الإحمرار وتوضع مقلوبة وفوهتها إلى أسفل فى نوع من الوقود المدخن مثل نشارة الخشب الناعمة أو التبن أو مسببات اللون الأسود وقد دارت حول هذه المسألة مناقشات عديدة سبق الإشارة إليها نلخصها فيما يلى :ـ

يرجع لوكاس سواد الحافة داخل الإناء أو اللون الأسود بصفة عامة للكربون الحر بشكل قاطع مع إلغاء إمكانية تحول الحديد إلى أكسيد حديدوز أسود أو مركبات حديدوزية مثل سيليكات الحديدوز ذات اللون الرمادى المائل للزرقة كما

يستبعد أيضاً إمكانيــة وجود أكسيد الحديد المغناطيسى الأسود ضمن مكونات الآنية .

وقد أجريت تحاليل واختبارات عديدة دلت على احتواء اللون الأسود على الكربون الحر كما نضيف أنه يمكن إنتاج اللون الأسود فى الفخار المصنع من الطفلة التى لا تعطى لوناً أحمر بالإحراق ولم يستخدم فيها الغسول الأحمر وبذلك لا يكون اللون الناتج عبارة عن مركبات الحديدوز .

أما « Gorden Child » فيرى أنه بالرغم من إحتواء اللون الأسود فى مثل هذه الأوانى على الكربون الحر فإنه ليس من الإنصاف إرجاع اللون وبشكل قاطع إلى الكربون فقط .

كما يتفق Crowfoot مع لوكاس فى أن اللون الأسود يعتمد كلية على كربون الدخان وأن ذرات الكربون الدقيقة جداً تستطيع أن تتخلل مسام الفخار القديم وخاصة أن هذه المسام بعد مرحلة الإحراق وهى مرحلة التى لا تزال فيها الأوانى متوهجة تكون خالية من الهواء لذا فإنه أثناء التبريد فى الوسط المدخن فإن الهواء عند عودته إلى المسام يجذب معه ذرات الدخان الأسود .

فى حين يذكر كل من فرانكفورت وفروسديك أن اللون الأسود يرجع إلى تكوين أكسيد الحديدوز الأسود ويرجعه بترى إلى أكسيد الحديد المغناطيسى .

أسباب تلف الآثار الفخارية

تتعرض الآثار الفخارية من قدور وأوان وتماثيل وغيرها من الأعمال الفخارية التى صنعها الإنسان عبر عصور التاريخ إلى العديد من العوامل والقوى الفيزيوكيميائية التى تحدث بها أضرارا خطيرة تهددها دوما بالتلف والدمار .

ويمكن الإشارة إلى أهم العوامل المتلفة فيما يلى :

١ ـ عيوب التصنيع .

٢ ـ عوامل تلف فيزيوكيمائية (حرارة ـ رطوبة ـ تلوث جوى ـ مياه أرضية حاملة للأملاح المختلفة) .

٣ ـ تلف بيولوجى (بكتريا ـ طحالب ـ فطريات) .

٤ ـ سوء العرض والتخرين .

عيوب التصنيع والإحراق :

من المعروف أن الأوانى الفخارية قد صنعت من مكونات معدنية وغير معدنية تتميز بعدم التجانس من حيث طبيعتها وتماسكها وأشكالها البللورية . ونتيجة لهذا السبب تتعرض الأوانى الفخارية للتلف بمرور الوقت نتيجة تفاعل هذه المكونات مع عوامل وقوى التلف المختلفة الأمر الذى يترتب عليه حدوث أضرار بالغة للتركيب الفيزيائى لتلك الأوانى .

كما أن الإنسان القديم لم يكن لديه وسائل احراق جيدة تمكنه من حرق الأوانى الفخارية حرقا جيدا وإنما صنع لحرق تلك الأوانى قمائن بدائية لم تحترق بداخلها الأوانى كلية ، الأمر الذى ترتب عليه وجود أجزاء غير مكتملة الاحتراق داخل هذه الأوانى وأجزاء متوسطة الاحتراق وأجزاء مكتملة الاحتراق .

ونظرا للتفاوت فى درجات الاحتراق تعرضت الأوانى الفخارية للتلف وخاصة الأجزاء التى لم تحترق حرق جيدا والتى ظلت من أضعف الأجزاء فى تلك الأوانى

والأوانى الفخارية التى قام الإنسان القديم بزخرفتها سواء بالتلوين أو التزجيج لم ينجح فى كل الحالات فى اختيار أنسب مواد الزخرفة وظلت طبقة الزخرفة فوق اسطح الأوانى الفخارية معرضة للتلف نتيجة تفاعلها فيزيوكيميائيا مع عوامل وقوى التلف الموجودة فى الوسط المحيط .

كما أن الشوائب العديدة الموجودة فى المكونات التى صنعت منها الأوانى الفخارية قامت بدور هام سواء فى تنشيط التفاعلات الفيزيوكيميائية بين تلك المكونات وعوامل وقوى التلف أو ظلت هذه الشوائب مصدراً من مصادر التلف فى تلك الأوانى .

عوامل التلف الفيزيوكيمائية :

تعتبر الحرارة الجوية والرطوبة والتلوث والمياه الأرضية الحاملة للأملاح الذائبة من أسوء عوامل وقوى التلف التى تؤثر تأثيرا ضارا على المكونات المختلفة للأوانى الفخارية .

إن اختلاف معدلات الحرارة يترتب عليه اختلاف فى معدلات انكماش وتمدد المكونات المعدنية للأوانى الفخارية التى تتحول بمرور الوقت إلى مكونات منفصلة عن بعضها ويصبح التركيب الفيزيائى لتلك المكونات تركيبا ضعيفا فاقدا للتماسك.

بينما تتسبب معدلات الرطوبة المرتفعة التى تتسرب إلى داخل مكونات الأوانى الفخارية فى اضرار بالغة منها تبلور أو إعادة تبلور الأملاح الموجودة داخل تلك الأوانى فضلا عن ذوبان بعض المكونات القالة للذوبان فى الماء وخاصة فى الأوانى التى لم تحترق مكوناتها حرقا جيدا كما أن الرطوبة التى امتصتها تلك الأوانى تهيئ الوسط الملائم لنمو الكائنات الحية الدقيقة على اسطح تلك الأوانى .

أما الرطوبة المنخفضة وأن كان تأثيرها ليس بذات الخطورة الناتجة عن معدلات

الرطوبة المرتفعة إلا أن الرطـوبة المنخفضة تتسبب فى اضرار مختلفة للأوانى الفخارية .

إن مكونات التلوث الجوى الغازى والسائلة والصلبة تحدث أضرارا فيزيوكيميائية خطيرة للمكونات المعدنية التى تدخل فى تكوين الأوانى الفخارية حيث تتسبب أحماض غازات التلوث الجوى مثل حمض الكبريتيك وحمض النيتريك وحمض الكويونيك فى تلف مكونات الأوانى الفخارية فضلا عن أن تلك الأحماض تتسبب فى تلف الألوان والمواد المزججة التى استخدمت فى زخرفة سطحالأوانى الفخارية .

كما أن مكونات التلوث الجوى الصلبة من أتربة وسناج وحبيبات كربون وغيرها من المكونات الضارة تتسبب فى تلف مواد الزخرفة الموجودة على سطح الأوانى الفخارية فضلا عن أن تلك المكونات الملوثة تلعب دوا هاما فى تنشيط التفاعل الكيميائى بين غازات التلوثالجوى والمكونات المعدنية التى تتكون منها الأوانى الفخارية .

تعتبر المياه الأرضية الموجودة فى التربة التى تحتوى على الأوانى الفخارية من أخطر عوامل التلف لأنها تحمل نسبة عالية من الأملاح الذاتية مثل ملح كلوريد الصوديوم وكبريتات وكربونات الكالسيوم والبوتاسيوم والصوديوم وكلها أملاح تتسبب فى تلف وتفتيت المكونات المختلفة للأوانى الفخارية (صورة رقم ٣ ، ٤).

كما أن المياه الأرضية تتسبب فى اذابة وتلف المكونات المعدنية التى لم يخترق حرقا كاملا الأمر الذى يترتب عليه حدوث أضرار جسيمة لتلك الأوانى .

التلف البيولوجى :-

تتسبب البكتريا والطحالب والفطريات التى تنمو على سطح بعض الأوانى الفخارية المعرضه للرطوبة فى تلف ما على اسطح تلك الأوانى من مواد ملونة إذ

تتحول الألوان بمرور الوقت إلى الوان باهتة وهشة وقد خلت من البهاء والجمال فضلا عن أن تلك الألوان يحدث لها تغير لوبى نتيجة تأثير تلك الكائنات الضارة التى تلتهم مادة الوسيط المستخدمة فى تلك الألوان .

سوء العرض والتخزين : ـ

تتعرض الأوانى الفخارية فى بعض المخازن والمتاحف إلى تلف شديد يفقدها ما تتميز به من قيم فنية وجمالية وأثرية نتيجة تعرضها لأعمال تؤثر عليها سواء بالخدش أو بالكسر أو تغيير المعالم فضلا عن أعمال العرض والتحزين التى لا تستند إلى الأسس والقواعد العلمية والفنية .



الباب الرابع

مبادئ علاج وصيانة الآثار الفخارية



علاج وصيانة الآثار الفخارية

تهدف عمليات العلاج التى يقوم بها المرممون إلى تخليص الآثار الفخارية من نواتج ومظاهر التلف المختلفة سواء ما تكون منها فوق اسطح هذه الآثار أو أسفل هذه الاسطح أن أمكن ذلك كما تهدف هذه العمليات إلى إطالة عمر هذه الآثار اطول فترة ممكنة لتكون بمثابة وثيقة مادية ودليلا على تطور الفنون والصناعات الفخارية عبر العصور التاريخية المختلفة .

وتعتمد عمليات العلاج على اسلوبين اساسيين وذلك طبقا لطبيعة نواتج التلف ودرجة التصاقها باسطح الآثار الفخارية أولهما أسلوب العلاج الميكانيكى وثانيهما أسلوب العلاج الكيميائى .

أولا : العلاج الميكانيكى :

العلاج الميكانيكى ويتم باستخدام الأدوات والأجهزة المختلفة التى يستخدمها المرممون من أجل أزالة ما قد ترسب أو علق باسطح الآثار الفخارية من نواتج التلف المختلفة أو الاقلال من تراكماتها فوق تلك الاسطح .

ويتحقق نجاح هذا النوع من العلاج بحسن أختيار المرمم لوسيلة وأدوات العلاج وحسن استحدامه لها فى الأغراض المختلفة . فالمرمم يستخدم العديد من الأدوات مثل المشارط والأزاميل الخفيفة وأنواع الفرش وأجهزة شفط الأتربة ومخلفات التلف المختلفة التى تمكن المرمم من ازالتها من فوق سطح الآثار الفخارية بالإضافة إلى الأجهزة الأخرى التى يوظفها المرمم فى ازالة هذه المخلفات التى تتميز بدرجة تماسكها الشديد باسطح الآثار الفخارية ولم تتمكن الأدوات المختلفة فى أزالتها .

ثانيا : العلاج الكيميائى :

يلجأ المرمم إلى علاج الآثار الفخارية وتخليصها من نواتج التلف وذلك باستخدام المواد الكيميائية وذلك فى حالة ما إذا كانت هذه الآثار لا تحتمل

أساليب العلاج الميكانيكى أو أن نواتج التلف لم تفلح الأدوات المختلفة فى ازالتها بسبب شدة التصاقها بسطح الأنية الفخارية .

ويتحقق نجاح العلاج الكيميائى على حسن اختيار اساليب ومواد العلاج وتوجيهها الوجهة الصحيحة بحيث لا ينجم عن استخدامها أضرار فى الأثر أو لمن يستخدمها ويشترط فى المادة الكيميائية المستخدمة فى العلاج (١) الفاعلية فى العلاج (٢) وازالة مختلف نواتج التلف دون أضرار (٣) وتقوية معظم طبقات الآثار الفخارية وحمايتها من عوامل التلف فى الحاضر والمستقبل دون حدوث أضرار لتلك الآثار أو للمادة الكيميائية نفسها .

وتتركز عمليات العلاج على عدة خطوات أهمها التنظيف والتقوية والحفظ ولا شك أن هذه العمليات لا تسير دوما طبقا لهذا الترتيب لأن حالة الأثر وما وصل إليه من درجات التلف المختلفة كل ذلك يحدد مراحل العلاج المختلفة .

أ ـ التنظيف :

قبل البدء فى إجراء عمليات التنظيف لا بد أن يقوم المرمم باجراء العديد من الاختبارات الكيميائية على نواتج التلف العالقة باسطح الآثار الفخارية ودلك من أجل التعرف على طبيعتها والوسيلة المناسبة لازالتها .

ونظراً لما تتمتع به الماء من مميزات أهمها أنها مذيب طبيعى ونشط كيميائيا لذا فإنها تستخدم فى معظم أغراض التنظيف وخاصة إذا كانت حالة الأثر تسمح باستخدم الماء فضلا عن أن نواتج التلف يمكن ازالتها بالماء البارد أو الساخن .

وحتى لا تتسبب الماء فى تلف الآثار الفخارية فإنه يضاف إلى الماء قدر من المذيبات العضوية كالاسيتون أو التلوين . أو الكحول حيث تغمر الآثار الفخارية التى تسمح حالتها بذلك فى حوص يحتوى على ماء نقى واسيتون أو تولوين أو كحول فترة من الوقت لازالة نواتج التلف التى لا تزول بالماء وحده .

أما الآثار الفخارية التى لا تسمح حالتها بالغمر فإنه يمكن تنظيف اسطحها

من نواتج التلف باستخدام فرشاة ذات شعر ناعم تغمس عدة مرات فى الماء الممزوج بالاسيتون والتلوين وذلك من أجل تخليص هذه الآثار من نواتج التلف .

أما نواتج التلف التى لا تذوب فى الماء البارد أو الدافئ مثل أملاح الكربونات فإنه يمكن ازالتها ميكانيكيا وكيميائيا باستخدام الاحماض المناسبة المخففة مثل حمض الكبريتيك أو الهيدروكلوريك . ويراعى تنظيف اسطح الآثار الفخارية بالماء النقى بعد استخدام هذه الأحماض فى عمليات التنظيف حتى لا تتسبب فى تلف مكونات الفخار .

أما الأوانى الفخارية التى تحمل على اسطحها أنواع مختلفة من الزخرفة سواء بالألوان أو التزجيج فيراعى الحرص الشديد عند تنظيف اسطحها بالمحلول المائى السابق حتى لا تتأثر طبقة الزخرفة بهذا المحلول .

٢ ـ التقوية :

تستخدم العديد من المواد والمحاليل الكيميائية فى تقوية الآثار الفخارية التى وصلت بنيتها الداخلية ومكوناتها الكيميائية إلى مرحلة تلف تحولت بسببها إلى مواد هشة فاقدة التماسك .

وتعتبر المحاليل الكيميائية الاكريليكية مثل البارالويد والبريمال والكالتون من أهم المواد الكيميائية المذابة فى المذيبات العضوية بنسب تركيز مختلفة والتى تستخدم فى تقوية المواد الأثرية الضعيفة لأنها تتميز بقدرة عالية فى التسرب إلى الأعماق الداخلية لتلك المواد فضلا عن أنها تتميز بقدرتها على مقاومة تأثير الحرارة والرطوبة وتضاف إليها عادة نسبة من المواد القاتلة للحشرات والفطريات لكى تحمى المواد الأثرية من تأثير هذين العاملين الخطيرين .

ويمكن علاج الآثار الفخارية بالمحاليل الكيميائية السابقة سواء بطريقة الرش أو الحقن عبر الفجوات والشقوق أو بالغمر إذا سمحت حالة هذه الآثار بذلك ويتوقف

اختبار وسيلة العلاج على حالة الآثار وما تحمله اسطحها من زخارف ملونة أو مزججة . كما يتوقف نجاح عمليات التقوية على مهارة المرمم وخبرته فى هذا المجال .

٣ ـ الحفظ والصيانة :

تعتبر عمليات الحفظ والصيانة التى تجرى للمواد الأثرية التى عولجت بمواد كيميائية مختلفة آخر وأهم عمليات العلاج لأنها تحمى الآثار من تأثير عوامل التلف المختلفة فى الحاضر والمستقبل .

وتعتبر محاليل المواد الكيميائية الاكريلية أو السيلكونية من أهم المحاليل التى تستخدم لهذا الغرض حيث يمكن رش اسطح الآثار الفخارية بنسبة تركيز مناسبة من محاليل المواد الكيميائية السابقة عدة مرات حتى يتأكد المرمم من تغلغل الكمية المناسبة داخل مكونات الفخار لحفظها وصيانتها وحمايتها من اسباب التلف المختلفة فى الحاضر والمستقبل .

٤ ـ تجميع قطع الفخار المكسورة واستكمال الأجزاء الناقصة :

تتعرض الأوانى الفخارية المختلفة للكسر والتفتيت بعد استخراجها مباشرة من باطن الأرض نظراً لاختلاف الظروف الجوية عند سطح الأرض وداخل هذا السطح كما تتعرض هذه الأوانى للكسر بفعل العوامل المختلفة .

ويمكن تجميع قطع هذه الأوانى مع بعضها ولصقها بالمواد الكيميائية اللاصقة وأهمها راتنجات ارالديت والايبوكسى وغيرها من الراتنجات المختلفة كما يمكن استكمال الأجزاء الناقصة فى تلك الأوانى بعمل عجينة مناسبة من الجبس والتى يمكن تلوينها باللون المناسب للآنية الفخارية بعد جفافها بما يناسب لون الآنية كما يمكن زخرفة الأجزاء المستكملة بالجبس بما هو موجود من عناصر زخرفية فى بدن الآنية أو رقبتها .

ويرى المرممون أن المواد اللاصقة وغيرها من المواد الكيميائية المستخدمة فى

العلاج يجب أن تتوافر فيها عدة شروط وأهمها :

(١) ان تتميز بقوة لصق مناسبة للآنية الفخارية .

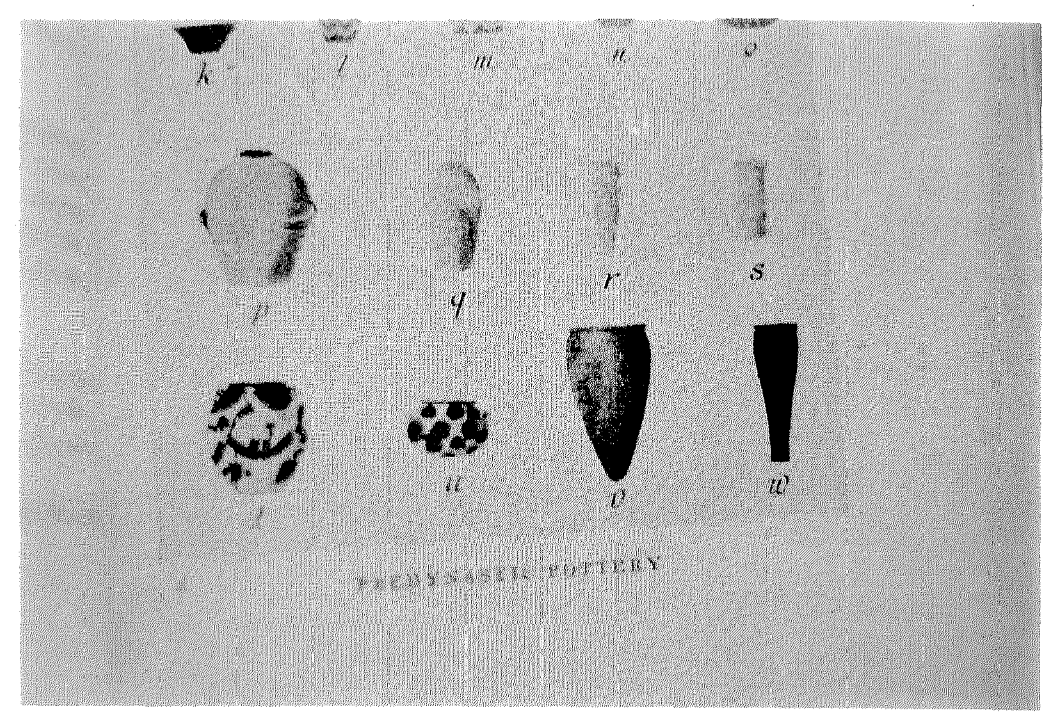
(٢) لا تتأثر بالمتغيرات الجوية وخاصة بمعدلات الحرارة والرطوبة .

(٣) لها قدرة عالية فى التعلغل داخل مسام الآنية الفخارية .

(٤) لا تؤثر بالضرر على الآنية وصحة من يستخدمها .

(٥) أن لا يحدث لها تغير كيميائى أو فيزيائى نتيجة تعرضها لعوامل التلف المختلفة حتى لا تتسبب فى حدوث أضرار للآنية المعالجة بها .





صورة رقم (١)



صورة رقم (٢)

صورة رقم ١ ، ٢ توضحان بعض الأمثلة للأوانى الفخارية التى يعود تاريخها إلى عصر ما قبل الاسرات .



صورة رقم (٣)



صورة رقم (٤)

صورة رقم ٣ ، ٤ توضحان بعض مظاهر التلف الفيزيوكيميائى فى بعض الأوانى الفخارية والخزفية .

المراجع العربية

* ادولف إرمان

الحياة اليومية فى مصر القديمة : ترجمة د. عبد المنعم أبو بكر ومحرم كمال، القاهرة ، ١٩٥٤ .

* السيد محمد البنا

علاج وصناعة بعض القطع البرونزية والكشف فى حفائر كلية الآثار ـ بالمطرية ـ رسالة ماجستير ـ ١٩٨٧ ـ مكتبة كلية الآثار ـ جامعة القاهرة .

* الفريد لوكاس

ترجمة د. زكى اسكندر ومحمود غنيم ، المواد والصناعات عند قدماء المصريين ، دار الكتاب المصرى ، القاهرة ١٩٩٥ .

* د صالح أحمد صالح

علاج وصيانة الآثار غير العضوية ـ محاضرات تمهيدى ماجستير ـ قسم ترميم الآثار ـ كلية الآثار ـ جامعة القاهرة ١٩٩٤ .

* د. سيد توفيق

معالم تاريخ وحضارة مصر الفرعونية ، دار النهضة العربية ، القاهرة ، ١٩٨٧

* عاصم الجوهرى

علاج وصيانة بعض القطع الفخارية رسالة ماجستير ـ كلية الآثار ـ جامعة القاهرة ، ١٩٨٣

* عبد المعز شاهين

طرق صيانة وترميم الآثار والمقتنيات الفنية ـ الهيئة المصرية العامة للكتاب القاهرة ١٩٨٠ .

* **د. علي رضوان**

محاضرات فن الحفائر والمتاحف لطلاب السنة الثالثة بقسم ترميم الآثار ـ كلية الآثار ـ جامعة القاهرة ١٩٨٣ .

* **د. فاطمة محمد حلمي**

علاج وصيانة الآثار المعدنية ـ محاضرات لطلاب السنة الرابعة بقسم ترميم الآثار كلية الآثار ـ جامعة القاهرة ، ١٩٩١ .

* **د. محمد عبد الهادى**

ـ محاضرات فى علاج وصيان ـور الجدارية ـ لطلاب السنة الثالثة بقسم ترميم الآثار ـ كلية الآثار ـ ج ـة القاهرة ١٩٨٩/٨٨م .

ـ محاضرات علاج وصيانة الاحجار لطلاب السنة الثانية ـ قسم ترميم الآثار ـ كلية الآثار ـ جامعة القاهرة ١٩٩٣ ـ ١٩٩٥ .

ـ موضوعات فى صيانة الآثار غير العضوية ، محاضرات لطلاب السنة التمهيدية للماجستير بكلية الآثار ـ جامعة القاهرة ١٩٩٣/٩٢

ـ نشأة تطور ترميم وصيانة الآثار . مجلة كلية الآثار ـ العدد الصادر فى ١٩٩٠ .

* **محمد مصطفى**

دراسة مقارنة لأنواع الفخار والسيرميك فى مصرمع ترميم وصيانة قطع فخارية أثرية ـ رسالة ماجستير ـ قسم ترميم الآثار ـ كلية الآثار ـ جامعة القاهرة ١٩٩٢

الباب الخامس
علاج وصيانة أطلال المبانى الأثرية الطينية

علاج وصيانة أطلال المبانى الأثرية الطينية

نبذة تاريخية

إن الطوب اللبن المستخدم كمادة بناء رئيسية لإقامة المسكن كان قاسما مشتركا لدى معظم الشعوب صاحبة الحضارات فى بداياتها الأولى وهى تسعى نحو حياة الاستقرار والتطور الحضارى . وعلى هذا الأساس فإن استخدام الطوب اللبن فى هذا المضمار مرتبط بنشاط الإنسان فى حياته اليومية عبر عصور التاريخ المختلفة. ولذا تعتبر صناعة الطوب اللبن من أقدم الصناعات التى عرفها الإنسان منذ فجر التاريخ الحضارى .

ومن المعروف أن الباحثين الذين يدرسون تكنولوچيا البناء القديمة يجدون صعوبة بالغة فى تحديد البدايات الأولى لصناعة واستخدام الطوب اللبن فى أغراض البناء المختلفة لعدة أسباب منها أن التطور الحضارى الذى تسبب فى حدوث تغيرات متوالية ومختلفة فى طبقات التربة أدى إلى تدمير المبانى الطينية القابعة أسفل طبقات التربة كما أن هذه المبانى قد تعرضت للتلف الشديد من جراء تأثير المياة الأرضية أو من جراء تأثير عوامل التلف المختلفة بعد الكشف عنها التى أدت بدورها إلى تداعى هذه المبانى وضياع عناصرها المعمارية المختلفة حيث أن الطوب يعتبر مادة بناء ضعيفة لا تتحمل التأثيرات الضارة لتلك العوامل والقوى المتلفة (٣) .

ويرجح كثير من الباحثين أن أقدم الادلة على الاستخدام الطوب اللبن كمادة بناء ما عثر عليه من أطلال مشيدة بهذا الطوب أسفل التل الصينى المعروف باسم Jericho الذى يبلغ ارتفاعه نحو سبعين قدما . وقد قدر هؤلاء الباحثين عمر هذه الاطلال بنحو عشرة الاف سنة . وقد شكلت كتل الطوب المستخدمة فى تلك الاطلال باليد وليست بالقالب الخشبى المعروف الذى استخدم بعد ذلك فى الحصول على كتل لبن منتظمة الابعاد وذلك منذ ثلاثة آلاف سنة قبل الميلاد تقريبا من قبل المصريين القدماء .

وقد استخدم روث البهائم كمادة رابطة فى طوب التل الصينى السابق ، بينما شاع استخدام التبن المقرط كمادة رابطة فى الطوب الذى استخدمه المصريون

القدماء فى منشآتهم المختلفة .

ومن المعروف أن هناك نوعان من الطوب اللبن شاع استخدامهما فى المبانى المصرية القديمة . النوع الأول وهو عبارة عن الطوب اللبن ذى الحجم الكبير الذى استخدم على نطاق واسع فى تشييد المبانى العامة مثل أسوار المعابد والأهرامات (هرم سيزوستريس) بدهشور والقصور ومنازل الأمراء والنبلاء وعليه القوم . أما النوع الثانى فيتمثل فى كتل الطوب اللبن صغيرة الحجم التى استخدمت فى بناء منازل العامة من الشعب وبناء المقابر . كما شاع استخدام هذين النوعين من الطوب فى بناء المبانى القبطية القديمة وخاصة فى الأديرة الصحراوية وان كان الطوب اللبن ذى الحجم الصغير يعتبر مادة البناء الشائعة فى أديرة الوجه القبلى .

ويمكن القول أن المصريين القدماء فضلوا استخدام الطوب اللبن فى بناء منشآتهم الدنيوية عن الحجر لعدة أسباب منها :

(١) توفر المواد الخام الطبيعية التى تدخل فى صناعة الطوب اللبن سواء المواد الطينية التى جاءوا بها من التربة والمواد الرابطة المتمثلة فى التبن المقرط أو روث البهائم .

(٢) سهولة تشكيل الطوب اللبن باستخدام القالب الخشبى الذى ابتكروه لهذا الغرض .

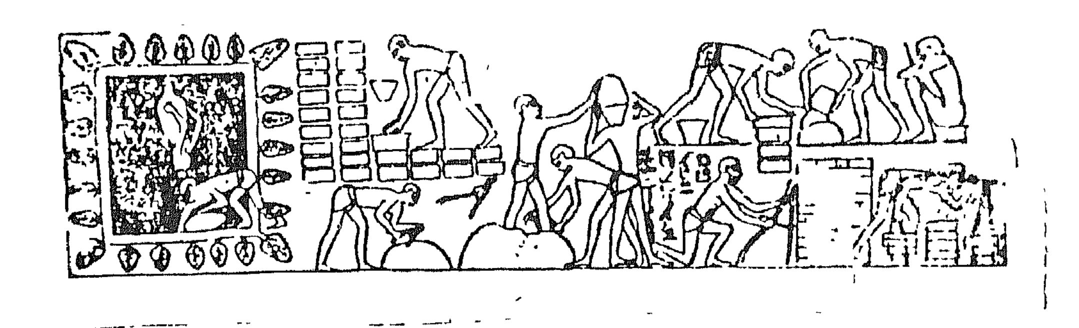
(٣) يعتبر الطوب اللبن من مواد البناء التى تتميز بأنها رديئة التوصيل للحرارة فإذا ما استخدمت فى بناء المساكن فإن الإنسان الذى يقضى فى تلك المساكن فترة طويلة من الوقت لا يشعر ببرودة الشتاء أو حرارة الصيف .

أما الحجر فيعتبر مادة البناء الرئيسية التى استخدمها المصريون القدماء فى تشييد منشأتهم الدينية مثل الأهرامات والمعابد والمقابر لأن المصريين أرادوا لتلك المبانى البقاء الدائم أيمانا منهم بعقيدة الخلود والحياة مرة أخرى بعد الموت فى العالم الآخر ولا يحقق لتلك المبانى هذا الهدف سوى الحجر الذى يتميز بالصلادة ومقاومة تأثير العوامل الطبيعية المتلفة كما أن هذا الحجر يضفى على تلك المبانى الجلال والرهبة والخشوع .

وقد سبق أن أشرنا أن كتل الطوب المستخدمة فى المبانى الطينية القديمة تختلف فى حجمها فمنها ما يتميز بكبر الحجم ومنها ما يبلغ حجمه الطوب المستخدم حاليا فى أغراض البناء فى بعض القرى المصرية . وكانت كتل الطوب القديمة يبلغ طولها عشرين سنتيمترا والبعض الآخر يبلغ طولها أربعين سنتيمترا وذلك حسب طول القالب الخشبى المستخدم فى تشكيلها .

وتصور لنا بعض مناظر الصور الجدارية فى مقبرة رخ مى رع المنحوتة فى جبل القرنة بالأقصر من الأسرة الثامنة عشرة العمال الذين يقومون بصناعة كتل الطوب اللبن من طمى النيل المخلوط بالماء والتبن المقرط خلطا جيدا . ويقوم عمال آخرون بوضع هذا المخلوط فى قوالب خشبية مستيلة الشكل ذات مقبض خشبى يستخدمه الصانع بحيث ترص كتل الوب إلى جوار بعضها فى صفوف متجاورة وتترك لتجف بفعل حرارة الشمس .

وقد اهتم العمال بوضع تجاويف منتظمة الشكل فى كل لبنة لكى تساعد على ربط اللبنات مع بعضها أثناء عمليات البناء .



شكل رقم (١) يوضح العمال وهم يقومون بصناعة الطوب اللبن منظر من مناظر التصوير الجدارى بمقبرة رخ مى رع من الدولة الحديثة بالأقصر

وفى الأسرة الثامنة عشرة كانت كتل الطوب اللبن المستخدمة فى بناء منشآت الملوك والامراء وعليه القوك تختم بالخاتم الملكى أو باسم المبنى أو من قام بتشييده والدليل على ذلك الطوب اللبن المستخدم فى مصطبة « برسن » التى عثر عليها فى الجبانة التى تقع غرب هرم خوفو بالجيزة حيث تعتبر كتل الطوب هذه ذات أهمية خاصة لما تحمله من دلالات تاريخية وسياسية وأسماء ملوك وأمراء وعلية القوم . وقد استمر هذا التقليد متبعا ابان الأسرة التاسعة عشرة والأسرة السادسة والعشرين . وكانت الأسماء تكتب داخل خراطيش اذا كانت خاصة بالملوك أو داخل مساحات مستطيلة الشكل اذا كانت لغيرهم .

وقد شاع استخدام الطوب اللبن فى أغراض البناء المختلفة خلال العصر اليونانى الرومانى واستخدم على نطاق واسع فى بناء الأديرة القبطية فما زالت الأديرة القبطية البكرة فى Kelia (وادى النطرون) التى يعود تاريخها إلى عام ٣٣٥ م تحتفظ بالطوب القديم ذى الاحجام الكبيرة والصغيرة . وقد أثبتت التحاليل الفيزيوكيميائية التى أجريت على عينات من هذا الطوب أنه يحتوى على معادن الطفلة كمادة أساسية بالإضافة إلى نسبة مختلفة من الجير ومسحوق الطوب الأحمر وبعض كتل الطوب كانت ترتبط مكوناتها بالتبن المقرط ، وروث البهائم . ومعظم عينات الطوب تحتوى على نسب مختلفة من ملح كلوريد الصوديوم وهو أحد الشوائب الملتصقة بالمكونات المعدنية للطوب .

كما شاع استخدام الطوب اللبن فى بناء الكنائس والأديرة القبطية فى بلاد النوبة غير أن أساسات تلك المنشآت شيدت من حجر الرملى والجيرى وبعض العناصر المعمارية شيدت من الطوب اللبن وخاصة فى كنيسة مدينة « فرس » والتى شاع فيها استخدام الواح من الخشب بين طبقات الطوب وهو أسلوب انشائى لجأ إليه البناؤون فى الماضى لتقوية الروابط الميكانيكية بين تلك الطبقات وحفظ الاتزان بينها .

أهم الخصائص الفيزيوكيميائية للطوب اللبن :

اذا كانت الصخور والاحجار على اختلاف أنواعها تتميز بخصائص فيزيوكيميائية محددة أو متقاربة فى معدلاتها بحيث تميز نوعا بعينه أو مجموعة بعينها من الصخور والاحجار الا أن هذه الخصائص تتفاوت معدلاتها تفاوتا واضحا فى الطوب اللبن من موقع إلى آخر بل من كتلة طوب إلى آخرى لأن هذه الكتل تتكون من مخلوط يحتوى على مكونات عضوية وغير عضوية تتميز بعدم التجانس فى خصائصها الفزيوكيميائية . كما أن هذه المكونات قد تغيرت فى نسبها عبر عصور التاريخ طبقا للتطور المعمارى الذى حققته البشرية .

ولهذا السبب فإن دراسة الخصائص الفيزيوكيميائية للطوب اللبن تتميز بالتشعب وكثرة التفاصيل التى تجعل وضع هذه الدراسة تحت اطار واضح ومحدد المعالم أمرا غير منطقى .

١ ـ أهم المكونات المعدنية للطوب اللبن :

سبق أن أشرنا إلى أن الطمى النيلى يعتبر المكون الرئيسى للطوب اللبن الذى استخدم فى بناء المنشآت الفرعونية والقبطية . وقد اكتشف المصرى القديم بفطنته ومعرفته الدقيقة بطبيعة المواد الموجودة فى الطبيعة أن الطمى وحده لا يصلح لصناعة طوب جيد متماسك الطبقات لأن هذا النوع من الطوب يتعرض بعد الجفاف للتشقق واختلاف الأبعاد بل والتهشم لأوهى الأسباب ولهذا أضاف المصرى القديم للطمى مواد اضافية منها الرمل الناعم والتبن المقرط وروث البهائم كما أضاف القبطى إلى هذا الطمى مسحوق الطوب الأحمر والجير أو كسر الأوانى الفخارية بقصد الحصول على كتل من الطوب تتميز بالصلابة وتماسك الحبيبات وترابط الطبقات والقدرة على مقاومة العوامل المتلفة فى الوسط المحيط . كما أن هذه الاضافات تمنع التصاق مخلوط الطوب اللبن بسطح الأرض أو بالقالب الخشبى قبل الجفاف (٣) .

ومن المعروف أن الطمى أو الطفلة الطينية تحتوى على مجموعة من المعادن

الطينية Clay minerals وهى عبارة عن معادن سيليكات الالمونيوم المائية ذات الاحجام المتناهية فى الصغر والتى انفصلت عن الصخور الفلسباتية نتيجة تعرضها لميكانيكية التجوية الفيزيوكيميائية المستمرة .

ونظرا لتعدد المصادر الصخرية لمعادن الطفلة فإنه من الصعب وضع تفسير جامع مانع لأنواع الطفلات التى تحتوى على تلك المعادن . ويرى Hogan أن معادن الطفلة توجد بكميات وفيرة على سطح القشرة الأرضية وهى عبارة عن نتاج الاف السنين من عمليات التجوية الجيولوجية المكثفة التى تعرضت لها الصخور النارية والمتحولة والرسوبية التى توجد على سطح القشرة الأرضية وادت إلى انفصال حبيباتها .

ولا شك أن كثيرا من هذه الحبيبات المعدنية قد جاءت من الصخور النارية حيث أن هذه النوعية من الصخور تعتبر أهم أنواع الصخور التى تدخل فى تكوين القشرة الأرضية .

غير أن مصطلح الطفلة من وجهه نظر الدراسات الجيولوجية يطلق على مجموعة المعادن التى تتسم بدقة حجمها ونشأت نتيجة تعرض الصخور السيليكاتية لعوامل التجوية المختلفة مثل الحرارة والرطوبة والأمطار والرياح وغازات الغلاف الجوى واهمها الاكسوجين وثانى أكسيد الكربون اللذان يساعدان على تنشيط ميكانيكية التجوية .

وقد ثبت أن الغازات البركانية والاحماض الذاتية فى مياه الامطار لعب دوراً هاماً فى تحويل المعادن السليكاتية إلى معادن طفلة .

ويمكن تقسيم الطفلة إلى ثلاثة أنواع رئيسية طبقا لمصادرها والأماكن التى تكونت فيها :

(١) النوع الأول ويسمى بالطفلات الرئيسية أو الأصلية Original or Primary clays وهى التى نشأت بفعل ميكانيكية التجوية الفيزيوكيميائية للصخور

الفلسبانية . وتتميز هذه الطفلات بدرجة نقائها العالية وقلة ما بها من شوائب وتكونت اسفل الجبال أو الهضاب التى تحتوى على هذه الصخور ويعتبر معدن الكاولين Kaolin أشهر معادن تلك الطفلات .

(٢) أما النوع الثانى فيتمثل فى أنواع الطفلات المنقولة أو الثانوية أو الرسوبية Transported, Secondary or Sedimentary Clays وقد نشأت نتيجة تعرض الصخور الأم لتأثير المياه الجارية مثل الأمطار أو الرياح التى قامت بنقل هذه الحبيبات إلى أماكن مختلفة بعيدا عن الأماكن التى تحتوى على الصخور الأم حيث ترسبت هذه الحبيبات على هيئة طبقات مختلفة السمك ومختلفة فى مكوناتها المعدنية وعير المعدنية ، وتتميز هذه الطفلات بارتفاع نسبة الشوائب ضمن مكوناتها كما تتميز بلدونتها ومرونتها العالية ودلك لأن حبيباتها المعدنية تتميز باختلاف الحجم الناشىء عن احتكاك هذه الحبيبات بالمواد الصلبة خلال مراحل انتقالها من الاماكن التى تحتوى على الصخور الأم إلى أماكن الترسيب فضلا عن وجود نسبة لا بأس بها من المواد العضوية ضمن مكونات هذه النوعية من الطفلات .

(٣) أما النوع الثالث من الطفلات فيطلق عليه اسم الطفلات الحمراء [٣] . Red Clays التى تعتبر أشهر أنواع الطفلات وأكثرها انتشارا وخاصة فى التربة الموجودة على ضفتى الأنهار مثل تربة وادى النيل . وهى عبارة عن طفلات ثانوية منقولة وتحتوى على نسبة عالية من أكاسيد الحديد ، لذا فإنها إما أن تكون حمراء اللون أو رمادية أو خضراء أو صفراء أو سوداء طبقا لنسبة أكاسيد الحديد وأنواها الموجودة فى هذه الطفلات .

وقد سبق أن أشرنا إلى أن الطفلات المختلفة تحتوى على نسب متفاوتة من المعادن ذات المصادر الصخرية المختلفة . ومن المعروف أن معدن الكاولينيت Kaolinite (Al_2 $2Sio_2$ $2H_2$,o) يعتبر أشهر وأهم معادن الطفلة وأن المعدن لا يوجد فى صورة نقية وإنما دائما مختلطا بالشوائب المعدنية وخاصة

أكاسيد الحديد والمعادن الكربوناتية وغيرها من المعادن التى انفصلت عن الصخور النارية والرسوبية بفعل ميكانيكية التجوية مثل معدن الكوارتز .

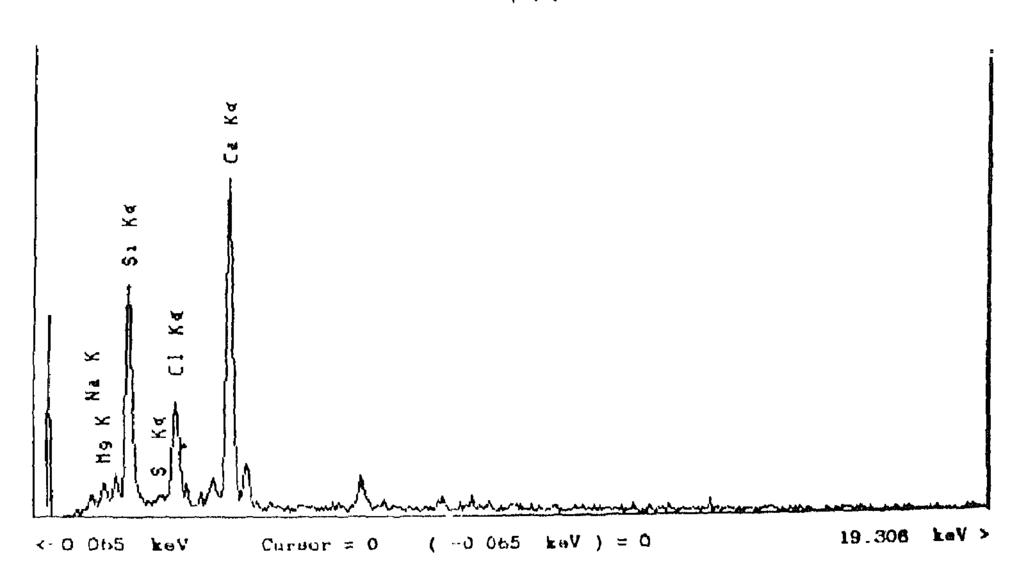
ويلى معدن الكاولينيت فى الأهمية معدن المونتموريللونيت -Montmoril lonite (Al_2O_3, $4SiO_2$ nH_2O) ومن المعروف أن نسبة كبيرة من هذا المعدن جاءت من الصخور النارية البازلتية ونسبة قليلة جاءت من الصخور الرسوبية وغالبا ما يكون هذا المعدن مختلطا بالسيلكا والالمونيوم وكذلك أكاسيد المغنسيوم والصوديوم والحديد والكالسيوم . أما معدن الاليت Illite K Al_2 (Al Si_3 O_{10}). $(oH)_2$ فقد انفعلت حبيباته عن الصخور التى تحتوى على نسبة عالية من الميكا بعد تعرضها لعمليات التجوية وغالبا ما يختلط هذا المعدن بنسب عالية من الشوائب المعدنية وخاصة البوتاسيوم .

ولا شك أن أكسيد الألونيوم وأكسيد السيلكون يعتبران أهم المكونات المعدنية للطفلة . وبالاضافة إلى ما سبق ذكره من مكونات معدنية فإن أى نوع من أنواع الطفلة يحتوى على نسب مختلفة من الكوارتز وبعض المواد العضوية والتلك والميكا وأكاسيد الحديد حيث تشكل هذه الشوائب نسبة ٥٠ ٪ من مكونات

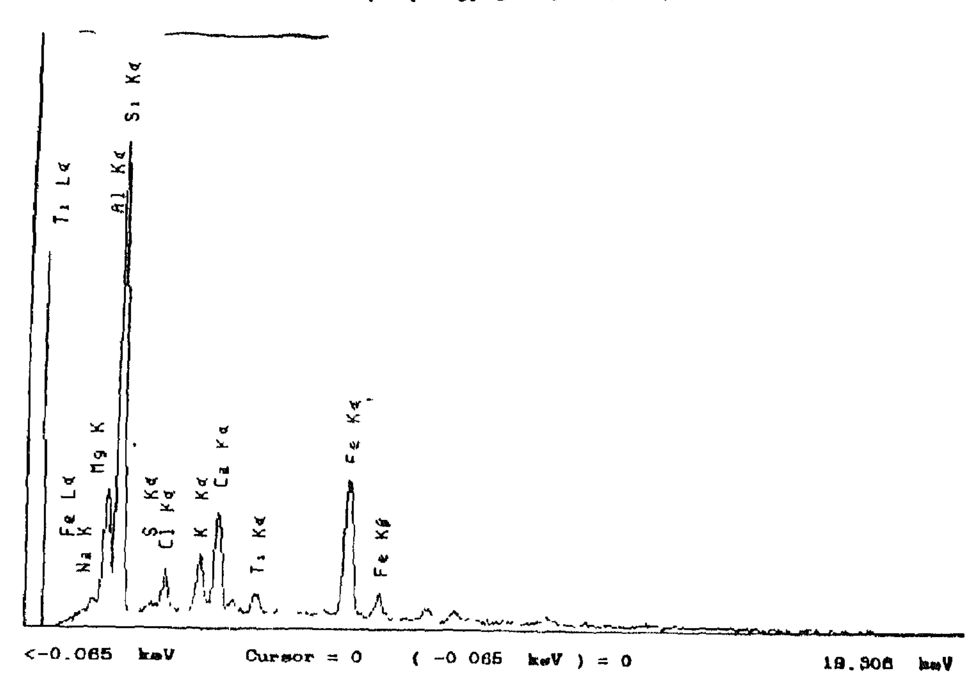
جدول رقم (١) يوضح أهم الآكاسيد الموجودة فى الطفلات المختلفة .

نوع الطفلة	اكسيد السيليكون	اكسيد الالمونيوم	اكسيد الحديد (هيماتيت)	اكسيد الكالسيوم	الماء
الطفل\ الأصلية	٤٦٫٥ ٪	٣٩٫٥ ٪	–	–	١٤ ٪
الطفلة الثانوية					
١ ــ الحمواء	٥٧٫٥ ٪	٢٥٫٦ ٪	٧٫٨ ٪	١٫٧ ٪	٢٠ ٪
٢ ــ الطفلة الكرة	٥٠٫٥ ٪	٣٢٫١ ٪	٢٫٣ ٪	٤ر ٪	١١٫٧١ ٪

وقد قام الباحث بتحليل بعض عينات الطوب اللبن التى جمعت من دير وقد



شكل رقم (٢) يوضح انعكاسات أهم العناصر المعدنية التى تتكون منها عينة الطوب اللبن المأخوذة من دير الشهداء باسنا



شكل رقم (٣) يوضح انعكاسات أهم العناصر المعدنية التى تتكون منها عينة الطوب اللبن المأخوذة من اطلال الطوب اللبن القبطية المجاورة للمعبد الفرعونى بقرية الشيخ حمد بسوهاج .

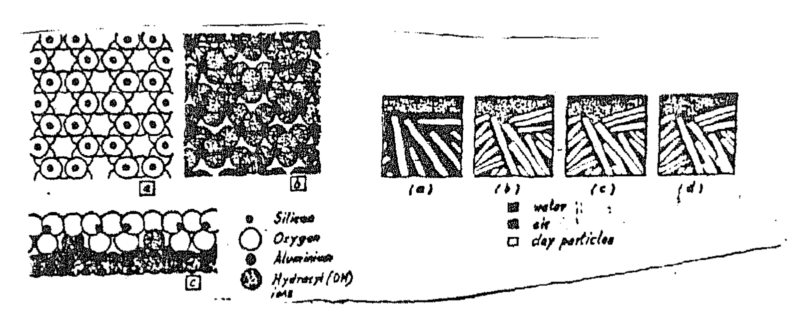
حصل الباحث على مجموعة من عينات الطوب اللبن من دير الشهداء باسنا وبعض أطلال المبانى القبطية المجاورة للمعبد الفرعونى بقرية الشيخ حمد بسوهاج وقد فحصت هذه العينات بواسطة الميكروسكوب الالكترونى الماسح المزود بجهاز الفحص بحيود الأشعة السينية EDX

وقد أثبتت نتائج فحص العينة التى أخذت من دير الشهداء أنها تحتوى على عناصر المعادن الأتية : Si, Al, Se, Na, Ca, Mg, K, Cl, Ti, s.

(شكل رقم ٢ وجدول رقم ٢) كما أن الصورة التى أخذت بالميكروسكوب الالكترونى الماسح لتلك العينة أثبتت أنها تحتوى على معدن الكوارتز وكربونات الكالسيوم وبعض معادن الطفلة (صورة رقم ١) .

أما نتائج فحص العينة التى أخذت من أطلال المبانى القبطية المجاورة للمعبد الفرعونى بقرية الشيخ حمد بسوهاج فقد اثبتت أنها تحتوى على العناصر الآتية Ca, Na, Mg, Si, Cl, S (ـ شكل رقم ٣ وجدول رقم ٣) وأن الصورة التى أخذت بالميكروسكوب السابق ذكره أوضحت أن مادة وكربونات الكالسيوم تنتشر حولها بعض معادن الطفلة (صورة رقم ٢) .

وقد اتفقت الدراسات المتخصصة على أن التكوين الكيميائى للطفلة لا يعد معياراً أساسيا يعتد به فى تحديد وتمييز نوع الطفلة حيث ان الطفلات ذات التكوين الكيميائى المتشابه تختلف فى بعض خصائصها الفيزيائية والميكانيكية . ومن هنا فإن الطفلات يمكن تصنيفها طبقا لتركيبها الفيزيائى Physical Structure أو طبقا لما تتميز به معادنها الأساسية من أشكال بللورية متميزة (شكل رقم ٤) .



شكل (٤) يوضح أهم أشكال الطفلة ومدى تأثرها بالرطوبة

٣ - أهم الخصائص الفيزيائية للطوب :

تتميز الطفلات بعدة مميزات وخصائص فيزيائية تميزها عن غيرها من المواد الطبيعية . ومن أهم هذه الخصائص :

(١) خاصية التشكيل Plastic Property وخاصية التجفيف Drying Property وخاصية اللون Colour property

أولا : خاصية التشكيل :

من المعروف أن الطفلة الجافة تحتوى على العديد من المكونات المعدنية التى تتميز بقدرتها على امتصاص الماء فإذا أضيف الماء إلى هذه الطفلة تحولت من طفلة جافة إلى طفلة لدنة وطرية ويسهل تشكيلها واستخدامها سواء فى الصناعات الفخارية أو الطوب اللبن . وقد اكتسبت الطفلة خاصية سهولة التشكيل بسبب عدة عوامل أهمها :

(١) التركيب الصفائحى لمعادن الطفلة Plate-Like structure of clay

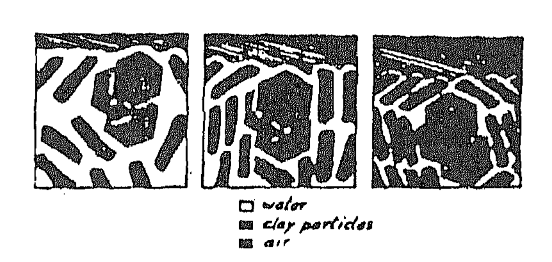
(٢) صغر حجم معادن الطفلة Small size of clay minerals

(٣) وجود الماء الحر أو ماء التكوين ضمن مكونات الطفلة Water fro-mation or free Water

ثانيا : خاصية التجفيف :

عندما تتعرض الطفلة الرطبة لأى عامل من عوامل التجفيف فإنها تتخلص من الماء التى امتصتها بكميات متفاوتة وهذا يتوقف على مدى قدرة العامل المجفف للطفلة وزمن التبخر . والواقع أن الطفلة تتخلص من الماء على مرحلتين اساسيتين . ففى المرحلة الأولى يتبخر الماء الحر بحرية وانتظام عند معدلات الحرارة العالية. ومن المعروف أن الماء الحر يوجد داخل الطفلة على هيئة غشاء مائى رقيق يحيط بالحبيبات المعدنية التى تتكون منها الطفلة وفى المرحلة الثانية تتبخر كميات متفاوتة من الماء التى امتصتها الطفلة وهى تلك الماء الموجودة بين حواف الحبيبات

المعدنية أو داخل مسام الطفلة . وعندما تفقد الطفلة أكبر كمية من هذه الماء تتحول حبيباتها المعدنية إلى حبيبات ملتصقة ببعضها حتى تلامس كل منها الأخرى (شكل ٤) كما يحدث لها انكماش بدرجات متفاتة (جدول ٢) .



شكل (٥) يوضح توزيعات الماء داخل الطفلة وحالتها بعد تبخر الماء

جدول (٢) يوضح معدلات انكماش أهم المكونات المعدنية للطفلة بعد الجفاف نتيجة تجفيف عينات من الطفلة فى درجة حرارة ١٠٥ م°

أهم معادن الطفلة	معدلات الانكماش (٪)
الكاولينيت	٣ ـ ١٠
الاليت	٤ ـ ١١
الموتوريللونيت	١٢ ـ ٢٣

كما ينشأ داخل الطفلة انفعالات داخلية يطلق عليها مصطلح قوة التجفيف Drying strength نتيجة تعرض أهم معادنها لعوامل التجفيف المختلفة (جدول ٣) .

-Converted by Tiff Combine - (no stamps are applied by registered version)

جدول (٣) يوضح الانفعالات الداخلية التى تنشأ فى الطفلة نتيجة تعرض أهم معادنها لعوامل التجفيف المختلفة .

أهم معادن الطفلة	قوى التجفيف Drying strengths (Kg/cm2)
الكاولينيت	٥ر. ـ ٥٠
الاليت	١٥ ـ ٧٥
المونتموريللونيت	٢٠ ـ ٦٠

ثالثا : خاصية اللون :

سبق أن أشرنا إلى أن أنواع الطفلة تختلف فى درجاتها.اللونية فمنها الطفلة الحمراء والصفراء والرمادية والطفلة ذات اللون الأبيض التى تكاد تخلو من الشوائب. وتعتبر أكاسيد الحديد من أهم الشوائب المعدنية التى تكسب الطفلة لونها المميز .

والجدول رقم (٤) يوضح أهم الشوائب الملونة للطفلة .

جدول (٤) يوضح أهم الشوائب المسئولة عن اختلاف لون الطفلة .

أهم الشوائب	الألـــــــوان
أكاسيت الحديديك (هيماتيت ، ليمونيت ، جوثيت)	اللون الأحمر ـ البنى ـ الأصفر
أكاسيد الحديدوز (المجنيتيت ، السيد يرايت)	اللون الرمادى بدرجاته المختلفة
السيليكات الحديدوزية (جلوكونت)	اللون الأخضر بدرجاته المختلفة
المواد العضوية	اللوم الرمادى ، الأسود ، البنى

وقد أثبتت الدراسات التى قام بها الباحث على عينات من الطوب اللبن التى أخذت من مواقع أثرية مختلفة أن الطوب اللبن الذى يحتوى ضمن مكوناته على الرمل الناعم كمادة رابطة تبلغ قوة مقاومة التضاغط فيه .

٥٢ كج / سم٢ بينما تقل هذه القوة فى الطوب اللبن الذى يحتوى على التبن المقرط كمادة رابطة (٣) . كما أثبتت هذه الدراسات أن خصائص المسامية والصلادة ونفاذية الماء والقدرة على مقاومة الضغوط والاحمال للطوب اللبن تتوقف على طبيعة مكوناته المعدنية وخلو هذا الطوب من الشوائب وجودة صناعته ولهذا لا توجد معايير ثابتة لتلك الخصائص فى الطوب لأنها تختلف اختلافا بينا فى المبانى الأثرية من مبنى إلى آخر ومن عصر إلى آخر حيث خضعت صناعة الطوب اللبن للتغيير المستمر عبر عصور التاريخ المختلفة من حيث اضافة مكونات عضوية وغير عضوية لمكونات الطوب الاساسية بقصد تحسين خصائص هذا الطوب كى يستطيع مقاومة اسباب التلف المختلفة .

وقد أثبتت التجارب العلمية التى قام بها الباحث أن الطوب اللبن الذى يحتوى على ١٠٪ طفلة و ١٥ / طمى نيلى والذى أضيفت إليه مواد أخرى مثل الجير ومسحوق الطوب الاحمر كمواد رابطة يعد أفضل أنواع الطوب وأكثرها قدرة على مقاومة تأثير عوامل التلف المختلفة لأنه يتميز بتماسك حبيباته وترابط مكوناته المختلفة (٣) .

أسباب تلف المبانى الطينية :

لا شك أن المبانى الطينية تكون أكثر عرضة للتلف ولا تتحمل التأثيرات الضارة لعوامل وقوى التلف المختلفة مثل المبانى الحجرية وخاصة تلك التى شيدت بأحجار جيدة فى خصائصها الفيزيوكيميائية لأن المبانى الطينية شيدت بكتل من الطوب اللبن الذى يحتوى على مواد غير متجانسة فى خصائصها ومتعددة المصادر ولا تتميز بالترابط الطبيعى القوى مثل الترابط الذى يجمع بين المكونات المعدنية

للأحجار . ولذلك تعرضت كثير من أطلال الطوب اللبن للتلف الشديد عند الكشف عنها فى المواقع الاثرية المختلفة اذ لم تستطع مكونات الطوب تحمل الاختلاف الشديد بين الظروف البيئية التى عاشت فيها المبانى الطينية قبل الكشف وفى مثل هذه الحالات تعتبر حرارة الجو واختلاف معدلاتها من أهم العوامل المتلفة التى تتسبب فى تبخر المياه الموجودة داخل مكونات الطوب .

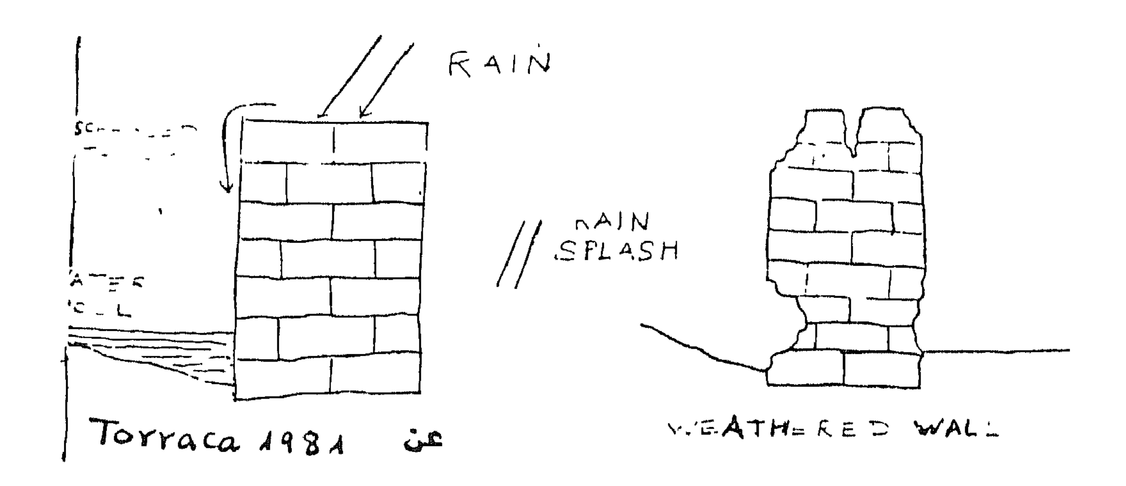
ومن المعروف أن تبخر المياه يتم بمعدلات سريعة على سطح الطوب اللبن أثناء الكشف عن هذا الطوب بينما تكون هذه المعدلات بطيئة فى الأجزاء الداخلية نظرا لقلة المسام داخل الطوب . وتتوقف كمية المياه المتبخرة على ما يتميز به الطوب من فراغات داخلية بين مكوناته المعدنية التى تفقد بمرور الوقت الماء الممتص Ab-sorped Water والماء الممتز Adsorped Water(٣) كما تتحكم معدلات الحرارة وزمن البخر فى كمية المياه المتبخرة .

وفى مثل هذه الظروف تتعرض كتل الطوب لاختلاف فى الابعاد نتيجة تبخر المياه وتقلص حجم الحبيبات المعدنية كما يتعرض هذا الطوب لاخطر مظاهر التلف المتمثلة فى الشقوق والشروخ ويتحول فى النهاية إلى مادة فاقدة التماسك نتيجة تبلور الاملاح التى كانت ذائبة فى الماء بأحجام بللورية مختلفة تتوقف على طبيعة الملح وزمن التبخر وكمية الماء التى تحتوى على هذه الملاح .

ونظرا للطبيعة الخاصة التى يتميز بها التركيب البنائى أو الفيزيائى لطفلة الطوب اللبن فإنها عند تعرضها لأى مصدر من مصادر الرطوبة فإنها تمتص قدرا من هذه الرطوبة أو يحدث للماء الممتص امتزاز Adsorption ويترتب على ذلك حدوث اضرار فيزيوكيميائية خطيرة داخل الطوب حيث يفقد الطوب قوته الميكانيكية نتيجة تأثير بعض المكونات بالماء كما تتسبب هذه الرطوبة فى تحلل المواد العضوية الرابطة داخل الطوب وتحولها إلى مواد صالحة لنمو الكائنات الحية الدقيقة كما تلعب هذه الرطوبة دورا فعالا فى اذابة الأملاح المتبلورة وانتقالها داخل الأماكن المختلفة مما يترتب عليه حدوث مزيد من مظاهر التلف (٣)

وتعتبر هذه الظاهرة من الطواهر الشائعة فى اطلال الطوب اللبن فى مصر حيث تعانى هذه الأطلال من اختلاف معدلات الحرارة والرطوبة فى الوسط المحيط .

أما الرطوبة الجوية وخاصة المتمثلة فى مياه الأمطار وكذلك الرطوبة الأرضية المتمثلة فى المياه الأرضية فهى لا تقل خطورة عن الرطوبة النسبية حيث ثبت أن مياه الأمطار وكذلك المياه الارضية المتجمعة عند أساسات المبانى الطينية تتسبب بمرور الوقت فى تصدع هذه المبانى التى فقدت اتزانها مع التربة ولم تعد عناصرها المعمارية قادرة على تحمل ما يقع عليها من ضغوط واحمال . وهذا ما حدث لكثير من اطلال الطوب اللبن التى كشفت عنها اعمال التنقيب الاثرى فى أبو صير بالجيزة والأشمونين بالمنيا والشيخ حمد بسوهاج (شكل رقم ٦) .



شكل رقم (٦) يوضح التأثير المتلف للمياه المتجمعة اسفل جدار مشيد بالطوب اللبن .

ولا شك أن الاديرة القبطية الموجودة فى المناطق الصحراوية تكون عرضة لتأثير الرياح المحملة بالرمال التى تتسبب فى نحر وتفتيت الحبيبات المعدنية التى تتكون منها كتل الطوب حيث تفقد هذه الكتل كثيرا من حبيباتها المعدنية التى تتساقط وتتراكم بالقرب من أساسات الأديرة .

وقد لاحظ الباحث أثناء زيارته للمبانى الطينية الفرعوبية والقبطية فى جنوب مصر وخاصة فى سوهاج واسنا وأسوان أن الحشرات وخاصة النمل الأبيص قد هاجمت كتل الطوب المستخدمة فى تلك المبانى بضراوة شديدة واتت على المواد العضوية كالتبن وروث البهائم المستخدمة فيها كمادة رابطة ونتيجة لدلك تحولت معظم كتل الطوب إلى كتل هشة فاقدة التماسك .

تطور علاج وصيانة المبانى الطينية :

لقد كشفت الدراسات العلمية الحديثة عن اهتمام المتخصصين فى صيانة وترميم المبانى الأثرية بضرورة ترميم وصيانة المبانى الطينية لأنها تشكل حلقة هامة من حلقات التطور الحضارى المعمارى لبنى الإنسان . ويبرز فى هذا المضمار علماء أمريكيون مثل Baer , Clifton وعلماء ايطاليون مثل Chiari, Ber- tagnen وعلماء فرنسيون مثل Dubus, Dayre وعلماء انجليز مثل Hyghres ومن بلچيكا يبرز اسم Stevens ومن تركيا تبرز جهود Eric فى هذا المضمار

ونظرا لما تتعرض له اطلال الطوب اللبــن مــن أضــرار بالغــة بعد الكشف عنها نتيجة عدم اتخاذ الاحتياطات اللازمة لحماية هذه الاطلال من التأثيرات الضارة للمتغيرات الجوية فقد اتفق الباحثون فى المؤتمر الـدولى الثالث لصيانة المبانى الطينية الذى عقده المجلس الدولى لصيانة الطوب اللبن International Com mitte of Mudbrick Conservation الذى عقد فى روما عام ١٩٨٠ على حقيقة مؤداها أنه يجب عدم الكشف عن أطلال الطوب اللبن ما لم تتخذ الاحتياطات العلمية والتقنية اللازمة لحماية هذا الطوب من عوامل التلف المختلفة.

ويمكن القول أن عمليات علاج وصيانة المبانى الطينية قد مرت بمراحل تطور مختلفة حسب ثقافة البشر وتطور مفهوم صيانة التراث لديهم وذلك قبل أن تستخدم المواد الكيميائية فى العلاج ويمكن الاشارة إلى أهم هذه المراحل فيما يلى :

١ ـ مرحلة التكسية الخارجية :

كانت عمليات ترميم المبانى الطينية تتبع نظاما معروفا فى تكسية جدرانها الخارجية External Casing وذلك بطبقة من المونة الجيدة فى خصائصها والمكونة من الجير والرمل أو الطين والتبن أو بتكسية هذه الجدران بكتل من الطوب اللبن الذى يشبه فى تكوينه الطوب القديم مع بعض الإضافات إليه لتحسين خصائصه وزيادة قدرته على مقاومة عوامل التلف . وقد اتبع هذا الأسلوب فى المبانى الطينية الموجودة فى المكسيك وبيرو وغانا ونيجيريا .

٢ ـ التدعيم بالألواح الخشبية :

كانت جدران المبانى الطينية الآيلة للسقوط تدعم وتقوى بدعامات من الخشب الذى يتميز بالصلادة العالية كما أن سقف المبنى كان يغطى بمظلة خشبية تقوم على دعامات مشيدة من الطوب اللبن . وقد اتبع هذا الأسلوب فى حماية المبانى الطينية من الرياح والأمطار وخاصة فى بيرو وأيطاليا أبان القرن التاسع عشر الميلادى وما زال هذا الأسلوب متبعا فى بعض البلدان .

٣ ـ تدعيم الأساسات بكتل من الطوب اللبن :

إن المبانى الطينية التى فقدت أساساتها أو الأجزاء السفلى من جدرانها كثيرا من كتل الطوب اللبن بفعل المياه الأرضية أو مياه الأمطار أو بفعل أى عامل من عوامل التلف الأخرى تدعم وتستكمل بكتل من الطوب الجديد الذى يشبه الطوب القديم مع إضافة نسبة من الطفلة والرمل والجير ومسحوق الطوب الأحمر إلى مكوناته حتى يمكن زيادة قوته الميكانيكية ويتمكن من مقاومة عوامل التلف

ويكون قادرا على تحمل ما يقع عليه من ضغوط واحمال .

ويرى المتخصصون فى صيانة المبانى الطينية أن هذا الأسلوب يعتبر من الأساليب العلمية التى تحفظ للمبانى قيمه التاريخية والآثرية والجمالية ولهذا السبب شاع استخدامه فى معظم البلدان التى بها مبانى طينية قديمة .

٤ ـ العلاج الكيميائى :

إن العلاج الكيميائى للمبانى الطينية التى تعرضت للتلف فترة طويلة من الزمن مما أدى إلى فقدان كتل الطوب المستخدمة فيها لقوتها الميكانيكية بحيث أصبحت مجرد كتل هشة فاقدة التماسك . قد مر بمراحل تطور عديدة وهذا العلاج كان يفتقر فى الماضى إلى التجارب والمعلومات العلمية التى تكشف عن طبيعة وخصائص الطوب اللبن ومدى فعالية المواد الكيميائية المستخدمة فى العلاج الا أن استمرار اجراء التجارب العلمية التى يقوم بها المتخصصون فى الوقت الحاضر سواء داخل المعامل أو المواقع الأثرية المختلفة قد كشف أهمية دراسة ما يتمتع به الطوب اللبن من خصائص فيزيوكيميائية قبل البدء فى اجراء عمليات العلاج لأن هذه الخصائص تتحكم بلا شك فى خطوات العلاج واحتيار أسلوب العلاج وكذلك المواد الكيميائية المستخدمة فى العلاج اذ ذكر كل من Lewin and padamitriuo [٢٠] أن تسرب محلول المادة الكيميائية داخل مكونات الطوب القديم يعتمد أساسا على تحديد الخصائص الفيزيوكيميائية للطوب وطبيعة المادة الكيميائية المستخدمة فى العلاج وكذلك خصائص المادة المذيبة لتلك المواد لكى تحولها إلى محلول حقيقى صالح للعلاج حيث أن المذيب يؤثر بطريقة مباشرة فى نسبة توزيع وتسرب المحلول الكيميائى داخل مكونات الطوب .

خصائص المواد الكيمبائية المستخدمة في علاج الطوب اللبن :

اتفق Agnew وآخرين أن المحاليل الكيميائية المستخدمة فى تقوية الطوب اللبن وصيانته يجب أن تتوفر فيها عدة شروط نذكر منها ما يلى :

(١) يجب أن تتميز المحاليل الكيميائية المستخدمة فى العلاج بدرجة لزوجة منخفضة تمكنها من التغلغل داخل مكونات الطوب الذى تتميز حبيباته المعدنية بعدم التجانس فى الحجم واختلاف نسبة الفراغات بينها .

(٢) يجب استخدام المواد الكيميائية التى لا تذوب فى الماء وإنما التى تذوب فى المذيبات العضوية حيث أن المياه تتسبب فى انتفاش معادن الطفلة وكبر حجمها وخاصة معادن المونتموريللونيت . كما تتسبب المياه فى سد الفراغات الشعرية أو ما يعرف بالنظام الشعرى داخل الطوب نتيجة ذوبان المواد المعدنية قابلة الذوبان فى الماء الأمر الذى يحول دون تسرب المحاليل الكيميائية بكميات مناسبة . ولهذا يفضل اذابة المواد الكيميائية فى مذيبات عضوية تتميز ببطء التبخر مثل التلوين للحصول على محلول حقيقى منها حتى يتمكن من التسرب إلى الأعماق المناسبة داخل مكونات الطوب فيقويها ويعمل على تماسكها .

(٣) يجب أن تعمل المحاليل الكيميائية المستخدمة فى العلاج على زيادة القوة الميكانيكية للطوب بعد العلاج وزيادة مقاومته لعوامل النحر والخدش .

(٤) يجب أن تكون المحاليل الكيميائية من تلك النوعية التى لا تسد المسام مثل المحاليل التى يطلق عليها اسم Water proofing consolidants وإنما من تلك النوعية التى تغلف الحبيبات المعدنية للطوب بطبقة بلاستيكية رقيقة تجعلها طاردة للماء Water repellents دون أن تسد المسام والفرغات الشعرية حتى تسمح بانتظام وانكماش الطوب عند اختلاف معدلات الحرارة فى الوسط المحيط دون حدوث ضرر لهذا الطوب .

(٥) يجب أن تتسرب المحاليل الكيميائية داخل الطوب بكميات متجانسة حتى تعمل على تقوية معظم أجزاء الطوب دون أن تنشأ عن عمليات العلاج أجزاء معالجة وأخرى متوسطة العلاج وأجزاء لم تعالج لعدم وصول المحاليل

الكيميائية اليها حيث يترتب على ذلك حدوث تشقق وتشرخ كتل الطوب بعد عمليات العلاج بسبب اختلاف معدلات تعامل أجزاء الطوب مع المتغيرات الجوية فى الوسط المحيـــط .

(٦) يجب أن تكون المحاليل الكيميائية المستخدمة فى العلاج لها القدرة على مقاومة تأثير الرطوبة والحرارة والضوء والاكسوچين والاشعة فوق البنفسيجية حيث تتسبب هذه العوامل التى يطلق عليها اسم « عوامل التلف الكيميائى الضوئى » فى تلف معظم الراتنجات الكيميائية كما يجب أن تتميز هذه المحاليل بالقدرة على مقاومة التأثيرات الضارة لغازات التلوث الجوى والكائنات الحية الدقيقة .

(٧) يجب أن لا يترتب على استخدام المحاليل الكيميائية فى العلاج تغير اللون الطبيعى للطوب كما يجب أن تتميز هذه المحاليل بسهولة الاستخدام وفعالية التأثير فى العلاج لأطول فترة ممكنة وأن تكون صالحة للأستخدام فى الظروف البيئية المختلفة ولا تتسبب فى الضرر بصحة من يستخدمها .

ويتضح من الدراسات العلمية التى ناقشت نظريات علاج وصيانة الطوب اللبن القديم أن الراتنجات الاكريلية والراتنجات السيليكونية تعتبر من أهم الراتنجات المستخدمة فى هذا المجال . وقد استخدمت الراتنجات الاكريلية ومنها البريمال والاريجال والبرالويد فترة طويلة من الزمن فى تقوية الطوب اللبن المستخدم فى المبانى الطينية القديمة لما تتميز به من قدرة عالية فى الذوبان فى العذيبات العضوية ونصح المتخصصون فى هذا الشأن بضرورة اذابة هذه الراتنجات فى مذيب عضوى بطئ التبخر مثل التلوين حتى يتحقق لعمليات العلاج النجاح وتتمكن محاليل هذه الراتنجات فى التغلغل إلى معظم أجزاء الطوب فتقويها وتعمل على تماسك بنيتها الداخلية الضعيفة إلا أن الدراسات والتجارب التى قام بها Charola على عينات من الاحجار الرسوبية الأثرية وكذلك عينات الطوب اللبن التى جمعها الباحث من مواقع الآثار المختلفة وعولجت بالراتنجات الاكريلية وحدها اثبتت أن الحصائص

الهيدروفوبيكية Hydrophobic Properties (أى القدرة على حماية المواد الأثرية المعالجة بتلك الراتنجات) للاكريلات تتضاءل فعاليتها بمرور الوقت وخاصة فى المبانى الطينية التى تتعرض للتغيرات المستمرة فى معدلات الحرارة والرطوبة . كما أثبتت هذه الدراسات أن التركيب الفيزيائى لجزئيات تلك الراتنجات لا ينجو من التغيرات الضارة وخاصة فى الأجواء المشمسة .

وتعد السيليكونات من الراتنجات الصناعية التى شاع استخدامها فى الوقت الحاضر فى علاج وصيانة معظم المواد الأثرية التى تعرضت للتلف بدرجات متفاوتة . ومن أهم هذه الراتنجات استرات السيليكون Alkoxy silane, Silicone esters التى لعبت دورا هاما فى علاج المبانى الطينية فى المكسيك وبيرو وكانت نتائج العلاج طيبة ومشجعة على استمرار استخدام هذه الراتنجات فى علاج تلك المبانى فى مواقع اثرية أخرى نظرا لما يتمتع به من مميزات عديدة أهمها .

(١) قدرة هذه المذيبات على الذوبان فى المذيبات العضوية ولكن يفضل استخدامها مع Xylene ورابع كلوريد الكربون أو التلوين .

(٢) كما أن هذه الراتنجات تتميز بالقدرة على مقاومة تأثير الرطوبة ومن هنا فإن المواد المعالجة بها تتحول إلى مواد طاردة للماء دون أن تؤثر هذه الراتنجات على نظام الخاصية الشعرية لتلك المواد الأثرية

(٣) كما ثبت أن هذه الراتنجات تتمتع بفعالية العلاج أطول فترة ممكنة ويمكن استخدامها فى الظروف البيئية المختلفة .

ومن أجل أن تعطى الراتنجات السيليكونية نتائج مرجوة فى العلاج فإن كثيرا من المتخصصين ينصحون باستخدام الراتنجات الاكريلية مع الراتنجات السيليكونية فى علاج وصيانة مواد البناء الأثرية التى وصلت إلى مرحلة خطيرة من التلف وتحولت إلى مواد هشة فاقدة التماسك لأن هذا النوع من العلاج يعمل على تماسك مكوناتها المعدنية وترابط طبقاتها ويعيد إليها قوتها الميكانيكية .

ويعتبر Bradely من هؤلاء المتخصصين فى هذا النوع من العلاج حيث

أضاف إلى محلول السيليكون نسبة محددة من محاليل بعض الاكريلات وأطلق على هذين المحلولين اسم : Acrylic-Silan واستخدمهما فى علاج الطوب اللبن القديم وذكر أن هذه الطريقة جاءت بنتائج طيبة فى العلاج .

كما أشار Chiari أن مادة Ethyl Silicate المذابة فى الزيلين Xylene قد استخدمت بنجاح فى علاج وصيانة الطوب اللبن القديم وذلك منذ عشرين عاما وما زالت مستخدمة إلى اليوم فى هذا الغرض .

ومن المعروف أن استرات السيليكون وخاصة Tetraethyl orthosilicate قد استخدمت فى علاج وصيانة الاحجار الأثرية لأول مرة فى سنة ١٨٦١ وذلك عندما استخدمها Hofmann لهذا الغرض . وأن Lauri فضلها عن غيرها من المواد الكيميائية فى تقوية الاحجار الأثرية وخاصة الأحجار الرطبة فى عام ١٩٢٦. وفى الستينات من هذا القرن أثبت المرممون الإيطاليون أن مادة Ethyl Silicate لا تعط نتائج طيبة فى تقوية الأحجار الجيرية والرخام كما اثبتت تجارب Baily, Schaffer أن الاحجار الجيرية والرخامية تتعرض للتشقق بعد العلاج إذا ما قويت بمحلول مركز من هذه المادة .

ومن المعروف أن استرات السيليكون تتكون من ثلاثة مكونات كيميائية رئيسية هى :

(١) مادة المونمر وهى عبادة عنTetraethyl orthosilicate

(٢) Ethyl silicate 40 والتى تحتوى على ٤٠ ٪ من ذرات السيليكون .

(٣) خليط مكون من Methyl triethoxy silane

وهذا الخليط مذاب فى الاسيتون أو التلوين ومادة تنشيط التفاعل الكيميائى Catalyst المعروفة تجاريا باسم : (Wacker H) ويمكن أيضا استخدام قدر محدد ١ ٪ من محلول الهيدروكلوريك كمادة منشطة للتفاعل الكيميائى .

ومن أهم المحاليل الكيميائية المستخدمة فى علاج الطوب اللبن القديم تلك

المجموعة التى تنتجها الشركة الالمانية Bayer/Mobay وتعرف باسم : Diisocyanates وتتكون من ثلاثة مركبات كيميائية رئيسية على هيئة مخلوط اطلق عليه اسم : Polyisocyanates وهذه المركبات الكيميائية عبارة عن Diphenyl methane, Diiocyantes Dicyclohecyl methane . ويضاف إلى هذه المركبات قدر محدد لا يتعدى ٣٪ من راتنج Acryloid B72 المذاب فى الاستيون .

وقد قام الباحث بعلاج مجموعة من عينات الطوب اللبن التى تعرضت للتلف الشديد والتى جمعت من بعض المبانى القبطية الطينية مثل دير الانبا سمعان باسوان وأطلال الطوب اللبن القبطية المجاورة للمعبد الفرعونى فى قرية الشيخ حمد بسوهاج بمحلول البارالويد Paraloid B72 المذاب فى التلوين بنسبة تركيز ٤٪ ومجموعة أخرى من عينات الطوب اللبن التى جمعت من دير الشهداء باسنا وعولجت بمحلول Ethyl Silicate المذاب المذاب فى التلوين بنسبة تركيز ٥٪ .

وقد أثبتت نتائج العلاج أن محلول البارالويد قد حقق علاجا سطحيا محدودا ولم يتغلغل إلى العمق المناسب داخل عينات الطوب اللبن كما أن سطح الطوب قد أصبح داكنا بمرور الوقت (صورة رقم ٣) . بينما تمكن محلول Ethyl silicate من التغلغل داخل عينات الطوب إلى عمق مناسب حتى أصبحت مكونات هذا الطوب أكثر تماسكا عن ذى قبل ولم يحدث تغير يسىء إلى اللون الطبيعى للطوب بعد العلاج (صورة رقم ٤) .

وعلى هذا الاساس يمكن اعتبار محلول Ethyl silicate أفضل من محاليل الراتنجات الاكريلية فى علاج وصيانة الطوب اللبن القديم الذى فقد قوته الميكانيكية وتحول إلى مادة هشة من جراء تأثير عوامل وقوى التلف المختلفة لأن محلول Ethyl silicate يحتوى على عنصر السيليكون وأن الطوب اللبن يحتوى على الرمال ومن هنا يحدث ترابط كيميائى بينهما .

وقد لاحظ الباحث أن كثيرا من أطلال الطوب اللبن الموجودة فى البيئآت الزراعية تتعرض لغزو النباتات الضارة التى تنمو بين كتل الطوب وتتسبب جذورها المختلفة فى تفتيت هذه الكتل وانفصال طبقات مداميك الطوب اللبن الأمر الذى يترتب عليه نشأة الشروخ والشقوق الأفقية والرأسية فى هذه المداميك والتى تؤدى إلى حدوث تصدع جزئى أو كلى لتلك المداميك بمرور الوقت . كما لاحظ الباحث أن أطلال الطوب اللبن فى تلك البيئات تنمو عليها مجتمعات الكائنات الحية الدقيقة بكثافة غير معهودة فى البيئآت الأخرى حيث تقوم هذه الكائنات بالتهام المواد العضوية الموجودة فى الطوب اللبن مثل التبن وروث البهائم ويتحول الطوب فى النهاية إلى طوب هش وتتساقط مكوناته المعدنية لأوهى الأسباب ولحماية أطلال الطوب اللبن من التأثيرات الضارة للنباتات والكائنات الحية ينصح الباحثون بقطع النباتات من جذورها بحذر شديد حتى لا تتسبب فى تلف الطوب وما يتبقى من هذه الجذور يتم حقنه بالراتنجات الكيميائية الاكريليةأو الابيوكسية حتى لا تنمو مرة أخرى . أما الأماكن التى تنمو بها الكائنات الحية الدقيقة فينصح الباحثون بتنظيفها ميكانيكيا أولا ثم ما يتبقى من آثار هذه الكائنات ترش بالراتنجات الكيميائية التى تحتوى على المبيدات القاتلة لمستعمرات هذه الكائنات . ومن أهم المبيدات لمستخدمة لهذه الأغراض مبيد Biocide lito من انتاج شركة Ciba Geiqyالألمانية إذ يتميز هذا المبيد بفعالية التأثير ولا يتسبب فى ضرر أو تغير لون المادة المعالجة به .

أهم أسس وقواعد الترميم المعمارى للمبانى الطينية :

لا شك أن معظم المبانى الطينية تتعرض بمرور الوقت لتشققات وتصدعات خطيرة التى تؤدى إلى تداعى عناصرها المعمارية كليا أو جزئيا وهذا يتوقف على مدى تماسك مكونات الطوب وطبيعة هذه المكونات بالإضافة إلى خطورة العوامل والقوى المتلفة التى تتعرض لها هذه المبانى .

ويذكر Hughes أن أهم أسباب تلف المبانى الطينية تتمثل فى الأسباب والعوامل الآتية :

(١) الحركات الإنشائية Structural movements .

(٢) تقلص وتشقق مكونات الطوب Shrinkage and micro fabric cracking

(٣) تتابع تسرب الرطوبة والضغوط الحرارية Cyclic moisture and thermal stresses

(٤) الأملاح الذائبة فى الماء Soluble salts

(٥) نزح وغسيل المكونات المعدنية Particles Wash out

(٦) اختلاف معدلات كثافة الحبيبات المعدنية وإعادة توزيعات الاحمال Density relaxation and loads distribution

وفيما يتعلق بالعامل الأول فهو يوضح تأثير التربة على المبانى الطينية فمن المعروف أن أساسات تلك المبانى وخاصة المشيدة فوق تربة طفلية أو ترتفع بها نسبة الطفلة Claye Soil فإنها تتعرض دائما للحركات السفلية التى تعرف باسم الهبوط فى الاتجاهات المختلفة كلما تعرضت التربة لتتابع تسرب المياه الأرضية أو الجوية بين طبقات البناء أو داخل كتل الطوب ففى مثل هذه الحالات يحدث انتفاش للطفلة ويكبر حجمها وعند تبخر هذه المياه بسبب ارتفاع رجات الحرارة فى الوسط المحيط يحدث انكماش لتلك الطفلة الأمر الذى يترتب عليه تعرض جدران المبانى الطينية للهبوط وظهور الشروخ والشقوق المختلفة بها .

أما العامل الثانى فيوضح ما يحدث من تعير فى حجم كتل الطوب المستخدمة فى المبانى الطينية بعد تبخر المياه بها نتيجة ارتفاع درجات الحرارة وخاصة كتل الطوب التى تحتوى على نسبةعالية من معدن المونتموريللوبيت Montmorillonite الذى يعتبر أكثر معادن الطفلة تأثرا بالرطوبة إذ يمتصها بسهولة كما يفقدها بسهولة أيضا .

أما العامل الثالث فيؤكد التأثيرات الفيزيوكيميائية الضارة الناشئة عن اختلاف معدلات الحرارة والرطوبة فى الوسط المحيط بالمبانى الطينية . إذ أن اختلاف معدلات هذين العاملين يترتب عليه اختلاف معدلات الضغوط والانفعالات داخل مكونات الطوب حيث يفقد الطوب فى النهاية قوته الميكانيكية ويتحول إلى مادة مليئة بالشقوق والشروخ المختلفة .

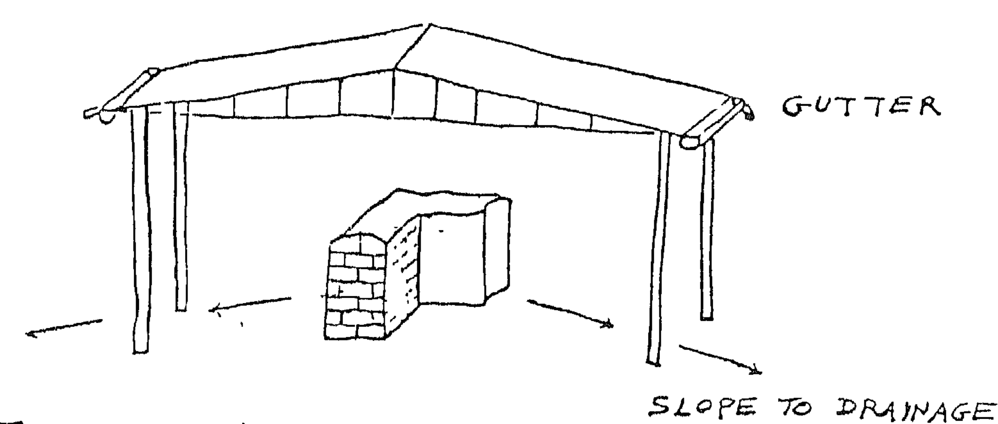
أما العامل الرابع فيتمثل فى الدور المتلف الذى تلعبه الاملاح الذائبة فى الماء التى تتسرب داخل مكونات الطوب بفعل الخاصية الشعرية . ولا شك أن اختلاف كمية المياه التى يمتصها الطوب تتسبب فى إعادة تبلور الأملاح الموجودة فى الطوب وكذلك اختلاف الأماكن التى تنتقل إليها وتتبلور فيها ، فمنها ما يتبلور داخل الطوب وتعرف باسم الأملاح المتزهرة الخفية Cryptofflorescence ومنها ما يتبلور على سطح الطوب وتعرف باسم الأملاح المتزهرة السطحية surficial efflorescence وكلها تتسبب فى تلف مكونات الطوب وتفقدها تماسكها وتحولها بمرور الوقت إلى مواد هشة .

أما العامل الخامس فيوضح مدى التغييرات الفيريوكيميائية التى تحدث للمكونات المعدنية التى يتكون منها الطوب اللبن نتيجة تعرضها لعوامل وقوى التلف المختلفة . فمن المعروف أن الرمل والطمى يعتبران أهم هذه المكونات التى ترتبط مع بعضها بشحنات الترابط الكهربائية Electrical bonding charges كتلك التى تربط بين معادن الطفلة والاملاح المتبلورة الموجودة داخل الطوب .

أما العامل السادس فيوضح ما ينشأ داخل الطول من ضغوط وانفعالات داخلية ناشئة عن تبلور أو إعادة تبلور الأملاح ووجود الرطوبة بنسب مختلفة داخل الطوب الأمر الذى يعرض التركيب الفيزيائى للطوب للانهيار فضلا عن اختلاف كثافة المكونات المعدنية للطوب فى مثل هذه الظروف .

ويرى Torraca أن أهم الطرق المتبعة فى الترميم المعمارى للمبانى الطينية تتمثل فى الطرق الآتية :

(١) تغطية اسقف المبانى بمظلات معدنية أو خشبية مناسبة لحمايتها من تأثير الأمطار والرياح (شكل رقم ٧) .



شكل (٧) يوضح طرق تغطية اسقف المبانى الطينية بمظلات واقية لحمايتها من الأمطار والرياح

(٢) التكسية الخارجية لجدران المبانى الطينية وسد ما بها من شقوق وفواصل وفجوات بواسطة مونات طفيلية التى تتكون من المكونات الآتية :

٨ أجزاء . من مكونات التربة الغنية بمعادن الطفلة .

١ جزء رمل ناعم خال من الشوائب والأملاح .

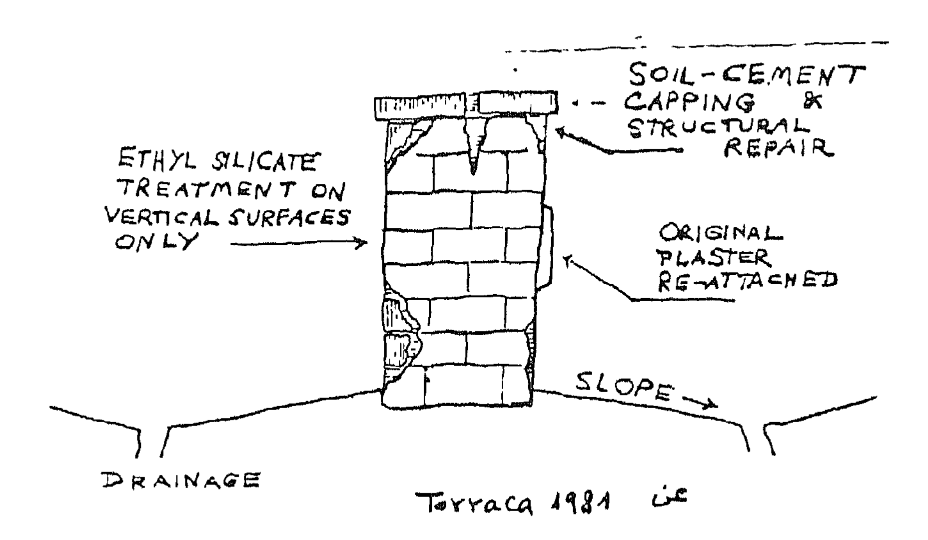
١ جزء أسمنت بورتلاندى حديث التصنيع

١ جزء تبن مقرط

وتمزج المكونات السابقة بالماء اليسر وتترك فترة من الوقت وهى رطبة حتى

تمتزج مع بعضها امتزاجا جيدا .

(٣) إعداد أنظمة مناسبة أسفل جدران المبانى الطينية لصرف مياه الأمطار أو المياه المتجمعه حول هذه الأساسات (شكل رقم ٨)



شكل رقم (٨)

يوضح طرق صرف المياه المتجمعة عند اساسات المبانى الطينية وقد اتفق العديد من الباحثين والمتخصصين فى ترميم المبانى الطينية على أهم خطوات الترميم المعمارى لتلك المبانى والتى يمكن تحديدها فى الخطوات الآتية :

(١) إزالة الانقاض وكتل الطوب اللبن المتساقطة أسفل المبانى الطينية نتيجة عوامل التلف المختلفة وتصنيعها مرة أخرى وتحويلها إلى كتل من الطوب يمكن الاستفادة بها فى استكمال الأجزاء الناقصة .

(٢) وضع تدعيمات من الطوب أو الأخشاب عند الأماكن التى تم ازالة الانقاض منها حتى لا تتعرض للانهيار .

(٣) أجراء عمليات الحفائر المناسبة حول المانى الطينية بقصد اختيار اساساتها

والوقوف على حالتها ومدى قدرتها على تحمل ما يقع عليها من صغوط واحمال ومدى تحمل طبقات التربة لتلك المبانى .

ولا شك أن أولى خطوات الترميم المعمارى للمبانى الأثرية تبدأ بتحديد مدى قدرة التربة على تحمل ما يقع عليها من ضغوط واحمال ناشئة عما فوقها من مبانى مختلفة ومن هنا فإن المتخصصين فى الترميم المعمارى يحاولون قدر استطاعتهم علاج طبقات التربة الضعيفة وحقنها بالمواد الكيميائية المناسبة من أجل تقوية مكوناتها الضعيفة وإعادة التماسك إلى طبقاتها المنفصلة .

ومن أهم المواد الكيميائية الصالحة لهذه الأغراض مادة Acryl 60 التى تنتمى إلى مجموعة الراتنجات الاكريلية ومادة Sillicote وهى تنتمى إلى مجموعة الراتنجات السيليكونية ومادة Seal-Krete وهى تنتمى إلى مجموعة الراتنجات الاكريلية ويمكن اذابة هذه الراتنجات فى المذيبات العضوية ومن أهمها الزايلين والأسيتون والتلوين

(٤) وتعتبر عمليات علاج الشقوق الإنشائية Treatment of structural cracks فى المبانى الطينية وخاصة تلك التى تمتد من أعلى إلى أسفل أو أسفل إلى أعلى فى شكل عمودى وتنشأ نتيجة اختلاف الاتزان بين المبانى والتربة المقامة فوقها من أهم عمليات العلاج وتتم على مراحل محددة ومدروسة ومن أهمها ما يلى :

(١) تخليص الشقوق والفجوات الموجودة فى جدران المبنى من الأتربة والأملاح ومخلفات التلف المختلفة ثم ترطيب هذه الشقوق والفجوات برزاز من الماء النقى وبطريقة لا تؤثر على مكونات الطوب ثم تملأ هذه الشقوق والفجوات بمونة من الطمى المخلوط بالرمل والجير ونسبة قليلة من الجبس وتمزج هذه المكونات بمحلول (٥٪) من السيليكات أو السيليكونات أو البارالويد

(٢) يتم تكسير حواف الشقوق من الخلف وتنظيفها جيدا وترطيبها بالماء النقى وملئها بالمونة التى سبق الإشارة إليها .

(٣) إعادة بناء الأجزاء الناقصة من الجدران أو من أى عنصر معمارى فى المنشأ الأثرى بكتل جديدة من الطوب الذى يحمل مواصفات الطوب القديم مع تحسين خصائصها الفيزيوكيميائية بالمواد الكيميائية المناسبة .

(٤) أما الجدران الآيلة للسقوط فيتم فكها بالأساليب العلمية والتقنية المتعارف عليها فى هذا الشأن وفصل كتل الطوب عن بعضها وتنظيفها جيداً من نواتج التلف المختلفة وتقويتها بالمواد الكيميائية المناسبة التى سبق الإشارة إليها وإعادة بنائها مرة أخرى .

نتائج وتوصيات :

لا شك أن هذه الدراسة أوضحت عدة حقائق من أهمها ما يلى .

* أن المكونات العضوية وغير العضوية التى تدخل فى تكوين الطوب اللبن تختلف فى طبيعتها من موقع إلى آخر طبقا لنوعية المكونات التى تتكون منها التربة التى استخدمت فى صناعة هذا الطوب كما أن هذه المكونات تختلف فى خصائصها الفيزيوكيميائية طبقا لمصادرها المتنوعة .

* إن الطوب اللبن الذى يحتوى على نسبة عالية من معادن الطفلة وخاصة الكاولينيت يكون أكثر لدونة من غيره وعند الجفاف يتعرض للانكماش والتشقق أما الطوب الذى يحتوى على نسبة من الرمل بالإضافة إلى معادن الطفلة فتكون مكوناته أكثر تماسكا وأكثر قدرة على مقاونة عوامل التلف لأن الرمل يعمل على تحسين قوة الشد Tensile trength وقوة التصاغط Compressive strength التى يتميز بها الطوب .

* أن الطوب اللبن الذى استخدم فى بعض المنشآت الأثرية فى جنوب مصر والذى

يحتوى على نسبة من المواد العضوية مثل التبن المقرط وروث البهائم كمادة رابطة لمكوناته المعدنية تعرض للتلف الشديد من جراء هجوم الحشرات وحاصة النمل الأبيض والكائنات الحية الدقيقة التى تستخدم المواد العضوية المتحللة فى غذائها كما أن الطوب اللبن الذى استخدم فى بعض المنشآت الأثرية فى مدينة المطرية بالقاهرة والذى يحتوى على الجير كمادة رابطة تعرض للتلف الشديد نتيجة تأثير غازات التلوث الجوى وحاصة غاز ثانى اكسيد الكبريت وعاز ثانى اكسيد الكربون .

* ومن المعروف أن غاز ثانى أكسيد الكبريت عندما يتأكسد ويتحول إلى غاز ثالث أكسيد الكبريت يكون سريع التحول إلى حمض الكبريتيك فى أقل سبة رطوبة وهذا الحمض يتفاعل مع مادة كبربونات الكالسيوم التى يتكون منها الجير ويحولها إلى كبريتات كالسيوم (الجبس) . كما أن غاز ثانى أكسيد الكربون وهو أحد مكونات الهواء الغازية يتحول إلى حمض الكربونيك فى وجود الأوساط الرطبة حيث يتفاعل هذا الحمض مع مادة كربونات الكالسيوم التى سبق الإشارة إليها التى تتحول بمرور الوقت إلى مادة بيكربونات الكالسيوم ثم تتحول بدورها إلى مادة كربوىـات الكالسيوم الملحية بعد أن تتبخر ما بها مں مياه .

* نظرا لاحتلاف الخصائص الفيزيائية فى كتل الطوب المستخدمة فى المنشآت الأثرية وخاصة فى معدلات المسامية فإن مظاهر التلف تحتلف من مكاں إلى آخر كما تختلف حدتها ودرجة خطورتها فى جدران هذه المنشآت الطينية وخاصة إدا تعرضت هذه الجدران لمصادر الرطوبة المختلفة وهذه الظاهرة تعتبر واضحة جلية فى المنشآت الطينية فى جنوب مصر وخاصة القريبة من وادى النيل .

* تعتبر المياه الأرضية وما بها من أملاح ذائبة من أخطر عوامل التلف الفيزيوكيميائية التى تتسبب فى تدمير وانهيار التركيب الفيزيائى للطوب اللبن نتيجة ذوبان بعض مكونات الطوب فى هذه المياه وعندما تتبخر المياه التى امتصها

الطوب فإنه يتحول بمرور الوقت إلى كتل هشة فاقدة التماسك .

* لا شك أن عمليات العلاج الكيميائى للوب اللبن مازالت محدودة التأثير نظرا للطبيعة الخاصة التى يتميز بها الطوب وعدم تجانسه فى خصائصه أو مكوناته وعلى هذا الأساس فإن النجاح فى العلاج يتوقف على خبرة المرم وحسن اختياره للمادة الكيميائية المناسبة وأسلوب العلاج الذى يحقق هذا النجاح .

* أن أطلال الطوب اللبن التى عثر عليها فى المواقع الأثرية المختلفة فى مصر تعتبر على جانب كبير من الأهمية لأنها تشكلة حلقة هامة من حلقات التطور العمرانى ولهذا يجب أن توجه الجهود فى سبيل المحافظة عليها وحمايتها من تأثير عوامل وقوى التلف المختلفة . خ

* * * *

المراجع العربية :

(١) السيد محمود البنا (دكتور) ترميم وصيانة المواقع والمدن التاريخية تطبيقا على مدينة صنعاء ، رسالة دكتوراه . غير منشورة ــ كلية الآثار ــ جامعة القاهرة ١٩٩٣ .

(٢) عبد المنعم أبو بكر (دكتور) ، الصناعات المصرية القديمة ، موسوعة تاريخ الحضارة المصرية القديمة ، العصر الفرعونى ، المجلد الأول ، وزارة الثقافة والإرشاد القومى ، ص ٤٨٣ إلى ص ٤٨٥ .

(٣) محمد عبد الهادى (دكتور) : علاج وصيانة الطوب اللبن ، محاضرات فى موضوعات فى صيانة الآثار غير العضوية ، السنة التمهيدية للماجستير بقسم الترميم ــ كلية الآثارــ جامعة القاهرة ، ١٩٩٣ ــ ١٩٩٦

المراجع الأجنبية :

4 - Abd El Hady, M. M. (1990) . Acrylic resins and silicones as monumental stones preservatives, Bulletin of faculy of Archaeology, Cairo University .

5 - Agnew, N et als. (1987) . Strategies for Abobe conservation, 5th., intern . Meeting of experts of the conservation of earthen architecture, ICCROM. pp. 3-11 .

6 - Anon, (1961). Stone preserving processes, Royal inst . British Architecture, vol. 19, No. 941, pp. 103 - 105 .

7 - Beiley, A. and Schaffer, J. (1964) . Report on Stone preservation, Ministery of public Building, London .

8 - Bradely, S. (1985) . Evaluation of organo silanes for use in conservation, 5 th intern. Cong. on stone deteroration and conservation, L ausanne .

9 - Brown, W. M. and Clifton, J. R. (1978), Adobe (1), Studies in conservation, 23, IIC, London .

10 - Butterbaugh, D. and pigott, v. (1980). Masca Mudbrick, 3rd intern. Symp . on Mudbrick preservation, Ankara .

11 - Charola, A. E. et als. (1985) . The Effectof Water on the hydrophobic properties of acrylic resins, 5 th intern cong . on stone deteriorion and consrvation, Lausanne .

12 - Chiari, G. (1987) . Consolidation of Adobe with Ethyl silicate, 5th intern. Meeting of Experts on the conservatiion ofEarthen architecture, ICCROM. pp. 25-32 .

13 - Crosby,A. (1987) The causes and effects of decay on Abobe structure, 5 th intern Meeting of expertson theconservation of Earthen architecture, ICCROM, pp. 33-41 .

14 - Eyre, T (1935). The physical properties of Adobe, Engineering series Bulletin, New Mexico .

15 - French, p.(1986) . The problems of conservation of Mudbrick in situ, Archaeological conservation, GC1, Mexico, pp : 78-83 .

16 - Hodge, H. (1964). Artifacts : an introduction to early materials and technology, London, John Baker.

17 - Hogan, R. W. (1971) . Thechemistry and physics of Clays, Benn, London .

18 - Hughes, R (1987) problems and Techniques of using fresh soilsi n the structural repair of decayed wall fabric, 5th intern. Meeting of experts on the conservationof Earten architecture, ICCROM, pp. 59-69.

19 - Kila, D J (1994) . " Adobe " or Mudbrick architecture, Essay o coptic Arts, Leiden university,Hollan .

20 - Lewi, S. Z. and papadimitriou, A D. (1981) . An investigation of polymer impregnation ofstone, I intersymp of conservation of stone, Bologna .

21 - Neumann,V. J (1989) . preservation of Abone construction in rain areas, 5th intern . Meeting of experts on conservation of Earthen architecture, ICCROM.

22 - perlman, J et als. (1971) . Science in Arhaeology, cambridge univ . press .

23 - Torraca, G.and Chiari, G (1972) . Reporton Mudbrick preservation, Giappichelli Ed. Rorino .

24 - Torraca, G. (1981) . porous building materials ICCROM .

25 - Vos, B (1970) Moisture in Monuments,Application of science in examination of works of art, Boston .

26 - Winter, A. (1959) . Technische Betrage sur Archaeol pgie, Romisch Germanischer Zentral Museum, Mainz, Germany .



الباب السادس

التقنية الحديثة فى خدمة مقتنيات المتاحف



التقنية الحديثة فى خدمة مقتنيات المتاحف

مقدمة :

لم يعد المتحف فى العصر الحديث مجرد بيت لحفظ الكنوز التاريخية أو المقتنيات الفنية المختلفة وأنما أصبح المتحف بعد أن شهدت الحياة الثقافية تطورات مذهلة فى شتى المجالات فى دول العالم أجمع مؤسسة تثقفية وتربوية شاملة تلعب دورا هاما فى رقى المجتمع الإنسانى .

ويعرف المجلس الدولى للمتاحف (ICOM) المتحف بأنه مؤسسة تقام بشكل دائم بغرض حفظ المقتنيات الأثرية والفنية المختلفة ودراستها والتسامى بمختلف وسائل العرض والصيانة من أجل تحقيق المتعة والسرور فى نفوس الزائرين . كما أن آدم فيلب أحد علماء الدراسات المتحفية يرى أن المتحف فى أبسط أشكاله عبارة عن مبنى لايواء المعروضات بقصد الفحص والدراسة والمتعة الفنية والمتحف يجمع تحت سقفه مواد فنية مختلفة من حيث الزمان والمكان لييسر على رواده رؤيتها أو دراستها (١) .

ومما سبق يتضح أن المتحف لا يعنى طرازا نمطيا من المبانى شأنه فى ذلك شأن معظم المبانى القديمة منها والحديثة وإنما هو عبارة عن مبنى صمم أو جهز لخدمة أغراض ثقافية وتربوية وتعليمية وسياحية واقتصادية ولهذا يجب أن يكون المتحف وإداريوه (المتحفيون) فى حالة اتصال مستمر بالجماهير وتكامل مثالى بالأجهزة الشعبية والحكومية من أجل العمل على رقى المجتمع وتطوره .

أن درجة نجاح المتاحف فى العصر الحديث أصبحت تقاس بمدى قدرتها الفنية والتقنية فى عرض الدلائل المادية التى تدل على التطور الإنسانى عبر عصور التاريخ بأسلوب سهل الإدراك وسلس وجذاب ومقنع لدى جماهير الزائرين دوى المستويات الفكرية وإختلاف الأعمار لذا فإننا نجد أن العديد من البلاد الأوروبية والأمريكية قد اهتمت فى الأونة الأخيرة بتطوير رسالة المتحف وذلك بأنشاء ما يسمى بالمراكز التربوية المتحفية التى تقوم بتحليل صور النجاح أو القصور التى

تحققت من خلال زيارات الجماهير للمتاحف [٢].

أن الوظيفة الأساسية للمتحف ترتكز على عدة قواعد علمية أهمها ما يلى :

١ ـ الأجادة فى عرض المعروضات بأسلوب علمى وفنى جذاب وغير ضار لتلك المعروضات أو المشاهدين .

٢ ـ اتباع الوسائل العلمية فى تخزين المقتنيات لحمايها من أسباب التلف المختلفة .

٣ ـ الحماية الدورية والمنظمة للمعروضات وحفظها من التأثيرات الضارة لعوامل وقوى التف بشتى الوسائل التقنية .

٤ ـ أتاحة الفرصة للدارسين والباحثين لدراسة المقتنيات .

ولا شك أن التقنية الحديثة قد قدمت خدمات جليلة لمؤسسات المجتمع الإنسانى ومن بينها المتاحف من خلال ما وفرته من أجهزة ومعدات حديثة تخدم طرق العرض وحفظ وصيانة المعروضات من التأثيرات الضارة لعوامل التلف المختلفة وخاصة التلوث الجوى أو عوامل التلف الكيميائى الضوئى المتمثلة فى الحرارة والضوء والرطوبة والأكسوچين وعوامل التلف البيولوچى المتمثلة فى الحشرات والكائنات الحية الدقيقة وعوامل لتلف البشرى المتمثلة فى السرقات أو تلف المعروضات غن عمد أو بغير عمد بالإضافة إلى عوامل التلف الأحرى مثل الحرائق والزلازل والاهتزازات والذبذبات ذات المصادر المختلفة .

كما أن التقنية الحديثة وفرت لمصممى المتاحف المعلومات الهامة والأساسية لاختيار المكان المناسب لبناء المتحف وتصميم قاعدته على أسس معمارية وفنية تتفق وطرق العرض العلمى والفنى السليم وبما يحقق راحة الزائرين وأنسيابهم بين قاعات العرض فى سهولة ويسر .

تصميم المتحف :

أن تصميم المتحف وأختيار المكان المناسب يعتبر له أمراً على جانب كبير من

الأهمية فلا بد أن يكون المتحف وعناصره المعمارية مناسبة لما يصممه المتحف من معروضات وأن تكون قاعات العرض والحجرات الداخلية مؤهلة فنا وتصميما للعرض الذى أنشئت من أجله ـ ولهذا يمكن القول بأن تصميم المتحف يهدف فى المقام الأول إلى صيانة وحماية المقتنيات المتحفية من التأثيرات الضارة لعوامل وأسباب التلف المختلفة وهذا يتم عن طريق الدقة فى تصميم العناصر المعمارية للمتحف والتحكم فى بيئتها الداخلية باستخدام الوسائل الميكانيكية الحديثة الى تتيحها التقنيات الحديثة وخاصة داخل قاعات العرض التى هى مكان التقاء الزائرين بمقتنيات المتاحف ويشترط فيها أن تكون جذابة فى تصميمها وأضاءتها ويتميز عرض المقتنيات داخلها بالجوانب الفنية المتعددة لتى تتفق وشكل ولون كل تحفة أثرية أو عمل فنى حديث (٣).

وقد اتفق خبراء تصميم المتاحف على أن يتم بناء المتاحف فى مواقع يسهل الوصول إليها حتى يتسنى للزائرين مداومة الزيارة دون عناء أو مشقة وأن تتسم عمارة المتحف وعناصره المعمارية الداخلية والخارجية بالرقى والتطور وبساطة التصميم وتخدم الهدف الذى أنشىء من أجله سواء لكى يضم تحفا أثرية من عصور تاريخية مختلفة أو ليضم أعمالا فنية تنتمى إلى المدارس أو الإتجاهات الفنية الحديثة . وأن يكون المتحف محاطا بحديقة واسعة بقدر الإمكان تسمى « الحديقة المتحفية » تستغل بعض طرقاتها فى عرض المقتنيات وخاصة التى تتحمل تأثيرات التغيرات الجوية لكى تعطى مظهرا جماليا للمتحف وتبعث فى نفوس المشاهدين الأحساس بالجمال والفن وفى نفس الوقت تلعب النباتات والأشجار دورا هاما فى تنقية الهواء المحيط بالمتحف من المواد الصلبة العالقة به مثل حبيبات السناج والأتربة والرمال التى تتسبب فى تلف المعروضات إذا تمكنت من التسرب داخل قاعات العرض عبر النوافذ والأبواب والفتحات المختلفة .

وقد وضع خبراء المجلس الدولى للمتاحف (ICOM) عدة شروط على أساسها يتم اختيار المكان المناسب لبناء المتاحف ومن بينها الشروط الآتية :

١ ـ لا بد أن تشيد المتاحف فوق تربة متماسكة الطبقات وحافة وخالية من المياه الأرضية وعند تخطيط قاعات العروض وحجرات المتحف المختلفة لا بد من الاسنفادة القصوى من الضوء والتهوية الطبيعية وتخليصها من المواد والأشعة الضارة بواسطة المرشحات المختلفة التى توضع فى النوافذ والفتحات المختلفة بالإصافة إلى استخدام زجاج عازل لحرارة الشمس وماص للأشعة الضارة يوضع فى تلك النوافذ مثل زجاج Heat-blocking qlass أو الأفلام الزجاجية qlass-applied films .

٢ ـ لا بد من بناء المتاحف بعيداً عن مصادر التلوث الجوى المختلفة سواء الصلبة أو الغازية أو السائلة التى تندفع من مداخن المصانع وموتورات السيارات والحافلات المختلفة حتى لا تتسرب هذه الملوثات إلى داخل قاعات العرض فتسبب اضرارا بالغة للمعروضات وفى حالة الضرورة لا بد من تزويد قاعات العرض والحجرات المختلفة بالأجهزة التى تنقى الهواء وتخلصه من المواد الصلبة أو السائلة أو الغازية الضارة مثل أجهزة الهواء الالكتروستاتيكية .

Electrostatic or air cleaning equipments .

٣ ـ يجب أن يتم بناء المتاحف فى أماكن لا تتعرض للرياح الموسمية المحملة بالاتربة أو التى تتسبب فى سقوط أمطار غزيرة أو بالقرب من شواطىء البحار حتى لا تتعرض المعروضات للتلف من جراء الأتربة أو رداد البحر الذى قد يتسرب داخل قاعات العرض عبر النوافذ والفتحات .

٤ ـ ولحماية المتاحف ومعروضاتها المختلفة من تأثير الضوضاء المختلفة لا بد من بنائها بعيدا عن المطارات والمصانع والمناطق المزدحمة بالسيارات وخطوط السكك الحديدية والمراكز التجارية المزدحمة بالناس . وعند الضرورة فلا بد من تغطية جدران المتاحف من الداخل وخاصة قاعات العرض بمواد عازلة للذبذبات الصادرة من مصادر الضوضاء والاهتزازات المختلفة .

طرق حماية المعروضات من عوامل التلف الكيميائى الضوئى :

سبق الإشارة إلى أن الحرارة والرطوبة والضوء والأكسجين تعتبر أهم العوامل

الفيزيوكيميائية التى تحدث تلفا يسمى بالتلف الكيمائى الضوئى Photo-chemical dedradation للمعروضات وخاصة المعروضات ذات الطبيعة العضوية Organic materials مثل الأخشـاب واللوحات الزيتيـة والمنسوجـات والمخطوطات وغيرها وكذلك المعروضات ذات الطبيعة غير العضوية inorganic materials مثل الأحجار التى تحمل فوق أسطحها طبقة ملونة والمعادن المكفتة بالذهب والفضة . إلخ .

فإذا لم يتم التحكم فى معدلات عوامل التلف الكيميائى الضوئى داخل قاعات العرض فأنها تتسبب فى حدوث مظاهر تلف مختلفة فى المعروضات تبدأ بتعير اللون الأصلى لتلك المعروضات وخاصة إذا كانت أسطحها مغطاه بطبقة من الورنيش مثل اللوحات الزيتية إذ يتغير لون الورنيش إلى اللون الداكن ثم تتحول مادة الورنيش بمرور الوقت إلى مادة هشة فاقدة التماسك ومليئة بالشروخ ومعرضة للانفصال فى أى وقت عن سطح اللوحة الزيتية .

أما الألوان التى تزين أسطح بعض المعروصات سواء ألوان أكاسيد الحديد أو الألوان الصناعية والأصباغ الملونة ذات المصادر النباتية أو الحشرية أو الحيوانية فأن عوامل التلف السابقة تتسبب فى بهتان هذه الألوان بحيث تصبح الوانا باهتة فاقدة لبهائها وجمالها الفتان الذى كانت تتميز به قبل تعرضها لتلك العوامل المتلفة وباستمرار ميكانيكية التلف يحدث تحول لونى لبعض الألوان إذ يتحول اللون الأزرق إلى لون أخضر واللون الأخضر يتحول إلى لون داكن رمادى أو أسود واللون الأصفر يتحول إلى لون مائل للون الأخضر ... إلخ .

كما أن أرتفاع معدلات الحرارة يؤدى إلى حدوث جفاف وتغير فى أبعاد المعروضات المتحفية ذات الطبيعة العضوية مثل الأخشاب أما ارتفاع معدلات الرطوبة فيؤدى إلى حدوث تمدد فى أبعاد تلك المعروضات نتيجة أمتصاصها لكميات كبيرة من هذه الرطوبة . وبمرور الوقت تصبح هذه المعروضات رطبة وتتحول إلى وسط ملائم لنمو الكائنات الحية الدقيقة على أسطحها فضلا عن أنها تكون مهيأ لهجوم

الحشرات عليها .

ومن أجل الحد من خطورة عوامل التلف السابقة لا بد من تزويد قاعات المتحف المختلف بالاجهزة التى تتحكم فى معـدلات تلك العوامـل وتضبطها عند الحد المسموح به بحيث لا تتسبب فى تلف المعروضات أو تؤثر علـى راحـة الزائرين .

١ ـ أجهزة ضبط الحرارة والرطوبة :

يهتم المتخصصون فى صيانة وحفظ المقتنيات بوضع أجهزة حديثة للتحكم فى معدلات الحرارة والرطوبة من أجل ضبط معدلات البيئة الداخلية داخل قاعة العرض حتى لا تتسبب التغيرات المستمرة فى تلك المعدلات فى تلف المقتنيات المتحفية (٤). أن تثبيت الطقس داخل قاعات المتاحف بشكل كلى من شأنه أن يوقف كل أشكال التلف . والتكييف الكامل ونقاء وتجانس الهواء داخل قاعات المتاحف وهو الهدف المثالى الذى يجب تحقيقه بما توفره التقنية الحديثة من أجهزة ومعدات متطورة . أن تكييف الهواء داخل قاعات العرض لا يعنى فقط تلطيف الجو فى تلك القاعات وأنما يعنى أيضا التحكم فى معدلات الحرارة والرطوبة وتنقية الهواء من نواتج تلوث الهواء الصلبة والسائلة والعازية التى تسبب أضرارا بالغة للمعروضات .

ويمكن القول أن أجهزة التحكم فى معدلات الحرارة والرطوبة قد تطورت فى الآونة الآخيرة إلى حد بعيد وأصبحت مزودة بأجهزة الكمبيوتر من أجل تحديد معدلات الحرارة والرطوبة التى تتناسب مع طبيعة المعروضات دون أن تتعرض للتلف والتى تهيىء فى نفس الوقت الطروف البيئية المناسبة لراحة الزائرين

٢ ـ أجهزة حماية المعروضات من تأثير الضوء :

يعتبر الضوء الطبيعى أو الصناعى من أخطر عوامل التلف الكيميائى الضوئى التى تلعب دورا هاما فى تلف المعروضات وخاصة المعروضات ذات الطبيعة العضوية

وذلك إذا لم يتم التحكم فى معدلات المصادر الضوئية .

وفى معظم الأحيان يفوق التأثير الضار للضوء التأثيرات الضارة للحرارة والرطوبة والتلوث الجوى . ومن أهم المعروضات المتحفية التى تتأثر بشدة الضوء ما يلى :

١ ـ المواد الملونة والمصبوغة وأحبار المخطوطات وموضوعاتها الملونة .

٢ ـ الجلود وما بها مس زخارف .

٣ ـ المنسوجات والسجاد سواء المصنوعة من الياف طبيعية أو صناعية .

٤ ـ الأخشاب والايقوبات واللوحات الزيتية .

٥ ـ المعروضات الورقية التى صنعت من مواد سليولوزية مختلفة

٦ ـ المعروضات المتحفية التى غطيت أسطحها بطبقات من الورنيش والراتنجات المختلفة .

ومن المعروف أن المعروضات العضوية السابقة يمكنها أن تتحمل الضوء حتى 50 Lux أما المعروضات ذات الطبيعة غير العضوية مثل الزجاج والأحجار والمعادن والفخار . إلخ فيمكنها أن تتحمل التأثيرات الضوئية حتى 150 Lux أو أكثر مس ذلك فى ظل الوسط الجاف .

وتكمن الخطورة فى الضوء الطبيعى (أشعة الشمس) والضوء الصناعى (المصابيح الكهربائية) فيما تحتويه هذه المصادر الضوئية من أشعة ضارة وحاصة الأشعة فوق البنفسجية التى تتسبب فى تلف المعروضات المصبوغة بالألوان المختلفة أو المعروضات الملونة بأكاسيد الحديد المختلفة ، كما أن هذه الأشعة تتسبب فى تلف التركيب الفيزيائى للمعروضات ذات الطبيعة العضوية التى تتحول بمرور الوقت إلى مواد ضعيفة فاقدة التماسك .

أن المعروضات داخل المتاحف المصرية تعانى من التأثيرات الضارة لأشعة الشمس التى تتسرب مباشرة إلى داخل قاعات العرض عبر الفتحات المختلفة أو تتسرب بطريقة غير مباشرة عندما تنعكس من زجاج النوافذ إلى داخل قاعات

العرض لأن مصر تتمتع بسماء صافية وشمس مشرقة معظم أوقات السنة إذ تبلغ فترة سطوع الشمس صيفا حوالى ٩٠٪ بينما تبلغ فى فصل الشتاء ٧٠٪ فى المتوسط [٥] . وفى هذا الصدد يجب أن يستفيد مصمموا المتاحف بهذه الشمس وتوجيهها داخل قاعات العرض بالقدر الذى لا يضر بالمعروصات وفى حدود الموقع والمكان المعين .

أن ضوء الشمس والرطوبة يلعبان دورا هاما فى أكسدة الملوثات الغارية ومنها غاز ثانى أكسيد الكبريت (SO_2) الذى يتحول فى غضون يومين أو ثلاثة على الأكثر إلى غاز ثالث أكسيد الكبريت (SO_3) [٨] ، وقد ثبت أن ضوء الشمس وحده يتسبب فى أكسدة غاز ثانى أكسيد الكبريت ويحوله إلى عاز ثالث أكسيد الكبريت بنسبة تتراوح بين ١ر٪ إلى ٢ر٪ .

أن أختيار مصادر الضوء داخل قاعات العرض يتم وفقا لعاملين أساسين أولهما أن يكون الضوء كافيا لأظهار ما تتمتع به المعروصات من قيم فنية وجمالية وأثرية وثانيهما أن لا يكون الضوء سببا جوهريا فى تلف المعروضات ولهذا فأن التحكم فى مصادر وقوة الأضاءة الطبيعية أو الصناعية داخل قاعات العرض يعتبر أمرا على جانب كبير من الأهمية للأسباب والعوامل التى سبق الإشارة إليها فضلا عن أن قوة الأضاءة أو ضعفها تتسبب فى مضايقة الزائرين . لذا ينصح عند تصميم نظم الأضاءة داخل قاعات العرض بأن تكون الأضاءة دافئة (Warm Lighting) أو ذات مستويات منخفضة لا تتعدى Candles 10 Foot .

وللتحكم فى الضوء الطبيعى المتمثل فى أشعة الشمس الذى يتسرب داخل قاعات العرض توضع أجهزة تحتوى على خلايا ضوئية تسمى Louvre blinds أو Venetian blinds, فى سقف قاعات العرض أو عند نوافذ وفتحات المتحف المختلفة وهذه الأجهزة تقوم بتخليص الضوء من الأشعة فوق البنفسجية فضلا عن تقليل حرارة الضوء .

وهناك بعض المواد الكيميائية التى تضاف إلى زجاج النوافذ والفتحات لها

القدرة على ترشيح الضوء وتخليصه من الأشعة فوق البنفسجية والأشعة تحت الحمراء مثل مادة Polyvinyl butral التى لها القدرة على أمتصاص تلك الأشعة ذات الموجات أقل من 380 nm وتمتص حوالى ٥٠ ٪ من الأشعة فوق البنفسجية التى يبلغ طول موجتها 400 nm كذلك تستخدم لنفس العرض مادة Cellulose acetate ومادة Benzotriales ومادة Benzophenones ومادة Polymethyl metha crylate التى تصنع على هيئة رقائق بلاستيكية Films يغطى بها أسطح جاح النوافذ والفتحات المختلفة بالمتحف .

ولحماية المعروضات من تأثير الضوء المنعكس من أرضيات قاعات العرض ينصح مصمموا المتاحف أن يكون لون هذه الأرضيات داكنا حتى تمتص الضوء الساقط عليها ولا ينعكس على المعروضات فيتلفها .

حماية المعروضات من التلوث الجوى :

تشكل نواتج التلوث ذات المصادر الطبيعية والصناعية العالقة فى الهواء سواء الصلبة أو السائلة أو الغازية التى تتمكن من التسرب إلى قاعات العرض خطورة بالغة على المعروضات ذات الطبيعة العضوية وعير العضوية . وتعتبر الملوثات الغازية أحطر من نواتج التلوث الأخرى فعلى سبيل المثال نجد أن غاز ثانى أكسيد الكربون وهو أحد المكونات الغازية للهواء يتحول إلى حمض الكربونيك عند أرتفاع معدلات الرطوبة داخل قاعات العرض وهذا الحمض يتفاعل مع مادة كربونات الكالسيوم أو الكالسيت الموحودة فى الاحجار ومواد البناء الكربوناتية ويحولها إلى بيكربونات كالسيوم والتى تتحول بمرور الوقت إلى ملح كربونات الكاسيوم بعد تبخر نسبة عالية من الماء التى بها . كما أن غاز ثانى أكسيد الكبريت وهو أحطر الملوثات الغازية الصناعية يتحول فى الأوساط الرطبة إلى حمض الكبريتيك الذى يعتبر أقوى تأثيرا من حمض الكربونيك على الأحجار ومواد البناء الكربوناتية إذ أن هذا الحمض يحول مادة كربونات الكالسيوم إلى ملح كبريتات الكالسيوم (الجبس) فضلا عن

أن هذا الحمض يتسبب فى تلف التحف المعدنية والزجاجية والتحف ذات الطبيعة العضوية مثل المنسوجات والمخطوطات والسجاد واللوحات الزيتية وعيرها من المعروضات المختلفة .

وتجدر الإشارة إلى أن الملوثات الصلبة مثل حبيبات السناج والأتربة والرمال الدقيقة التى تتمكن من التسرب داخل قاعات العرص ليست أقل حطورة مں الملوثات الغازية حيث أنها إذا ما تراكمت فوق أسطح المعروضات فأنها تتسبب فى تشويه المطهر الخارجى لتلك المعروضات ـ وتخفى ما بها من عناصر زخرفية والوان مختلفة ولا يقف الأمر عند هذا الحد أد أن تلك الملوثات تلعب دوراً هاماً فى أكسدة الملوثات الغازية وتنشيط ميكانيكية التأكسد وتتحول الملوثات العارية بمساعدة الملوثات الصلبة إلى أحماض خطيرة حتى فى ظل أوساط تتميز بوجود أقل نسبة رطوبة .

ومن أجل تحديد نوعية ونسبة ملوثات ونسبة الهواء التى تسربت داخل قاعات العرض فأن المتخصصين فى الصيانة والترميم ينصحون بوصع مجموعة من الأجهزة الحديثة عند نوافذ وفتحات المتحف المختلفة التى تقيس معدلات التلوث داخل قاعات العرض ومن بين هذه الأجهزة ما يلى

١ ـ جهاز Pollutants dosimetei Badqe 570

وهذا الجهاز مزود بوحدات قياس معدلات الأشعة فوق البنفسجية وتحت الحمراء .

٢ ـ ـ حهاز DCA Formaldehyde Monitoi

وهذا الجهاز يستخدم فى قياس معدلات الفور مالدهيد كأحد الملوثات الصناعية الضارة .

٣ ـ جهاز Air Scan (TM) Exposuie Monitoi

وهذا الجهاز مزود بوحدات قياس كروماتوجرافى ووحدة قياس معدلات

الأشعات فوق البنفسجية وتحت الحمراء .

كما ينصح المتخصصون فى صيانة وترميم المعروضات المتخفية بوضع أجهزة حديثة لها القدرة على تخليص الهواء من الملوثات المختلفة وتنقيته منها وخاصة داخل قاعات المتاحف الموجودة فى المدن الآهلية بالسكان والمزدحمة بالمصانع والسيارات أو المتاحف القريبة من مصادر الأتربة والرمال .

ويطلق على هذه الأجهزة مصطلحات علمية عديدة منها أجهزة ترشيح الهواء Air Filtering Systems, Air Cleaning Systems أو أجهزة غسل وتنظيف الهواء .

وهذه الأجهزة تنقسم إلى أربعة أنواع رئيسية كما يلى :

١ ـ أجهزة غسل الهواء وتنقيته من الملوثات المختلفة

Air washers Scrubbers

٢ ـ مرشحات الهواء الميكانيكية Mechanical air filters .

٣ ـ منظفات الهواء الالكتروبية Electronic air cleaners

٤ ـ أجهزة تحول الملوثات إلى مواد مازة أو ممدصة

Systems of adsorptive materials

أن الأجهزة التى تستخدم فى غسل الهواء لا تنقى ما به من مواد صلبة بالطريقة العادية وإنما تجذب هذه الأجهزة الهواء الملوث ثم تقوم الأنابيب الداخلية بدافع رذاذ من الماء النقى يستخدم فى غسل الهواء وتنقيته من المواد العالقة . وبعض هذه الأجهزة مزودة بأسطح مغطاه بالصوف الزجاجى الذى يمر خلاله الهواء الملوث فتلتصق المواد العالقة فى الهواء بالصوف الزجاجى كذلك تستخدم هذه الأجهزة فى رفع أو خفض معدلات الرطوبة داخل قاعات المتحف إذا تطلب الأمر ذلك .

وتحتوى مرشحات الهواء الميكانيكية على مرشحات صغيرة ذات أشكال مسطحة تتكون من مواد لزجة أو الصوف الزجاجى أو ستائر معدنية تجذب إليها الهواء الملوث فتلتصق بأسطحها المواد الصلبة العالقة بهذا الهواء وهناك أنواع أخرى من هذه المرشحات تسمى المرشحات الميكانيكية الجافة Dry Mechanical fil-ters والتى تعتبر أقوى من المرشحات تسمى المنظفات الميكانيكية الجافة Dry Mechanical Cleaners والتى تعتبر أقوى من المرشحات السابقة فى جذب المواد العالقة بالهواء الملوث وهى تحتوى على مرشحات سيليوزية أو أصواف زجاجية أو راتنجات صناعية تلتصق بها الملوثات الصلبة .

أما منظفات الهواء الإلكترونية فتعتبر سلسلة جديدة من مرشحات الهواء التى تخلصه من المواد الضارة سواء الصلبة أو الغازية أو السائلة . إلا أن هذه الأجهزة ثبت أنها تنتج غاز الأوزون أثناء التشغيل ومن المعروف أن هذا الغاز يلعب دورا هاما فى أكسدة الملوثات الغازية فضلا عن إنه يتسبب فى تلف المعروضات ذات الطبيعة العضوية .

أما الأجهزة التى تمتز أو تمدص المواد العالقة فى الهواء فهى تحتوى على أسطح معدنية لها القدرة على تحويل تلك المواد إلى مواد ممدصة ثم تقوم هذه الأجهزة بطرد تلك المواد وإعادة الهواء إلى داخل قاعات العرض بعد تنقيته وتخليصه من الملوثات المختلفة .

أجهزة الإنذار :

تعتبر أجهزة الإنذار التى توضع فى قاعات المتحف المختلفة على جانب كبير من الأهمية لأنها تنذر بوقوع الأخطار سواء على المعروضات أو الزائرين قبل حدوثها حتى يتمكن المتخصصون فى المكافحة من دفع هذه الأخطار أو تحجيم خسائرها إلى أدنى حد ممكن . وتتمثل هذه الأخطار فى الحرائق أو الزلازل أو الأعمال التى يقوم بها بعض الأشخاص بقصد تشويه المعروضات أو تلفها .

ويرى المتخصصون فى صيانة المعروضات المتحفية أن أعمال الصيانة الدورية التى تجرى لبعض المعروضات تعتبر من وسائل تحقيق الأمان والحماية لها من أحطار عوامل وقوى التلف المختلفة . وقد أوصى المجلس الدولى (ICOM) للمتاحف بأن يكون كل عضو من الأعضاء المشرفين على المتحف إداريا وأثريا وفنيا وتنظيميا ملما بأسس وقواعد ونظم توفير الأمان للمعروضات وللزائرين كما أوصى حبراء هذا المجلس بإستخدام العديد من اجهزة الإنذار داخل قاعات المتحف المختلفة من بينها الأجهزة الآتية (٥):

١ ـ وضع عيون ضوئية Electric Eyes داخل قاعات العرض لمراقبة عمليات سرقة أو تلف المعروضات التى يقوم بها بعض الأشخاص وأحيانا يتم وضع أجهزة إنذار خلف المعروضات لتحذر من العمليات غير المشروعة التى تجرى لهذه المعروضات .

٢ ـ وضع دائرة إتصال تليفونى مباشر Direct telephone connetcion فى حجرة مركزية بالمتحف تكون متصلة بأقرب مركز للشرطة سواء داخل المتحف أو خارجه لسرعة الإتصال فى حالة وقوع عمليات سرقة أو نشوب حروب أو أى نوع من المخاطر والأضرار .

٣ ـ تزويد قاعات المتحف بأجهزة إنذار الحرائق Fire alarm connexion متصلة بأقرب مركز لمكافحة الحرائق سواء داخل المتحف أو خارجه .

٤ ـ تزويد قاعات المتحف بأجهزة إنذار بالصوت والصورة متصلة بشاشات تليفزيونية مركزية تحذر من محاولات السرقة أو التلف سواء بالنهار أو التلف سواء بالنهار أو أثناء الليل .

٥ ـ تزويد رجال المتاحف بأجهزة التنبوء بقرب وقوع الزلازل أو الفيضانات أو ما يحدث خارج المتحف من أعمال عدائية تهدد المعروضات والزائرين بالخطر .

٦ ـ وضع أجهزة إنذار فى نوافذ وفتحات المتحف يصدر عنها علامات إنذار مميزة

إذا ما تعرضت النوافذ أو الأبواب لعمليات الفتح غير المشروعة سواء بالنهار أو أثناء الليل ويطلق على هذه النوعية من الأجهزة اسم DDT-Types

٧ ـ تعتبر حجرة التحكم المركزى فى مصادر ووسائل الأمن داخل المتحف من أهم الحجرات التى يضمها المتحف حيث أنها تستقبل كل ما يصدر من أجهزة الأنذار من علامات أو أصوات أنذار ويترجمها رجال الأمن إلى سلوكيات وتصرفات محسوبة من أجل المحافظة على المعروضات أو حماية الزائرين من الأخطار المختلفة .

وقد استطاعت بعض البلاد الأوربية تطوير أجهزة الأنذار داخل متاحفها بحيث أصبحت أكثر دقة وحساسية فى التعبير عن ما قد يحدث داخل المتاحف من أخطار أو أعمال غير مشروعة ومن بين هذه الأجهزة ما يلى (5):

الأجهزة الكهربائية لرصد التحرك Electric Current Sensors

هذه الأجهزة تصدر إنذار صوتيا أو ضوئيا إذا تحركت المعروضات من أماكنها الأصلية بقصد السرقة أو الأتلاف ، كما أن هذه الأجهزة توجه أساليب أنذار تحذيرية إذا تعرضت أبواب ونوافذ المتحف للفتح عير المشروع فى غير أوقات العمل الرسمية .

أجهزة رصد الذبذبات : Vibration Sensors

هذه الأجهزة ترصد ما يصدر من ذبذبات وحركات مختلفة صادرة عن المعروضات إذا تحركت من أماكنها فيها بقصد السرقة أو الأتلاف بشتى أنواعه وأساليبه .

الأجهزة الكهرومغناطسية : Electro-magnetic sensors

وهى أجهزة غاية فى الدقة والحساسية إذ أنها مزودة بأجهزة رادار ترصد ما يقع على المعروضات من أضرار أو أعمال سرقة . وتعطى إصوات أنذار فور وقوع هذه الأعمال .

أجهزة رصد الصوت : Acoustical sensors

لقد تطورت هذه الأجهزة تطورا عظيما فى الآونة الأخيرة من نظم الرصد الصوتى العادى إلى نظم الرصد فوق الصوتى Sensors of ultra-sonic technique وهى نظم الكترونية ترصد حتى الأصوات الضعيفة التى تنبعث من أعمال السرقة أو الأتلاف التى تقع على المعروضات .

أجهزة الرصد التى تعمل بنظام الأشعة تحت الحمراء :

Infra - red sensors

وهذه الأجهزة ترسل الأشعة تحت الحمراء على المعروضات المختلفة وإذا حدث أن تعرضت هذه المعروضات لأعمال السرقة التلف فأن تلك الأجهزة تصدر أنذارا ضوئيا وصوتيا لرجال الأمن بالمتحف لمنع تلك الأعمال والقبض على مرتكبيها .

معامل الترميم والصيانة بالمتحف :

لا شك أن معامل الترميم والصيانة فى أى متحف من المتاحف العالمية تعتبر أهم الادوات المتحفية لأنها تضم المتخصصين الذين يهتمون بترميم وصيانة المقتنيات المتحفية بصفة دورية . تحددها حالة تلك المقتنيات ومستعينين فى ذلك باحدث الأجهزة والمعدات والمواد الكيميائية التى تعينهم على اداء مهمتهم . ولهذا تلعب التقنية الحديثة دورا هاما فى تطوير الأسلوب العلمى والعملى داخل تلك المعامل من أجل الوصول إلى أسلوب أمثل فى حماية المقتنيات المتحفية المعروضة أو المخزونة من عوامل التلف فى الحاصر والمستقبل .

ومن أهم الأجهزة التى تضم معامل الترميم والصيانة ما يلى :

ا ـ أجهزة الفحص الفيزيائى :

وهى أجهزة تستخدم فى التعرف على طبيعة المادة التى صنعت منها المقتنيات وما يحدث لتركيبها الفيزيائى ومكوناتها المختلفة من تغيرات فيزيائية نتيجة تعرضها

لعوامل التلف ومن أهم هذه الأجهزة ـ أجهزة الفحص بالأشعة السيينة وتحت الحمراء والأمتصاص الذرى وأجهزة الفحص الميكروسكوبى وأجهزة تقدير عمر الآثار وأجهزة الكشف عن المقتنيات الأصلية والمزورة ... إلخ .

٢ ـ أجهزة الفحص الكيميائى :

وهى أجهزة عديدة تستخدم فى تحليل المواد العضوية وغير العصوية التى صنعت منها المقتنيات المتحفية وما طرأ عليها من تغيرات كيميائية نتيجة تأثرها بعوامل التلف الكيميائية .

٣ ـ أجهزة تسجيل وتوثيق المقتنيات :

تستخدم أجهزة التسجيل الفوتوغرافى والميكروسكوبى والتليفزيونى فى تسجيل المقتنيات المتحفية وما تتميز به من عناصر زخرفية محتلفة وحجمها وأبعادها وما طرأ عليها من تغيرات فيزيوكيميائية وبيولوجية نتيجة تأثرها بعوامل وقوى التلف ومدى التحسن الذى حدث لها بعد إجراء عمليات العلاج والصيانة وكل ذلك يتم بأسلوب علمى مدعم بنظريات وأسس الصيانة .

وبالإضافة إلى ذلك فإن معامل الترميم والصيانة تضم مكتبة بداخلها الكتب والدوريات والأبحاث المتخصصة فى مجالات ترميم وصيانة الآثار والأعمال الفنية المختلفة حتى يطلع عليها المرممون ويكونوا ملمين بأحدث ما كتب فى هذه المجالات التى تهدف إلى حماية تراث وإبداعات الإنسان عبر عصور التاريخ المختلفة من التأثيرات الضارة لعوامل التلف المختلفة . وفى هذا الصدد دكر عالم الآثار الألمانى Muller (٢) أنه بدون مرمم محنك وقدير فإن الدور التثقيفى والتربوى والأعلامى للمتحف مع مرور الوقت وعلى المدى البعيد لا يكون ممكنا .

النتائج والتوصيات :

من خلال ما تم إستعراضه من اراء ومناقشات علمية فى ثنايا هذه البحث يمكننا أن نسجل بعض النتائح والتوصيات على هذا النحو :

١ ـ تلعب التقنية الحديثة وألياتها المختلفة فى الآونة الأخيرة دورا هاما وفعالا ليس فقط فى حماية المقتنيات المتحفية من أخطار التلف المختلفة وأنما توفر هده التقنية المعلومات والأسس الهامة التى يجب أن يتبعها المهندسون عند تصميم وبناء المتاحف بعيدا عن مصادر التلف .

٢ ـ تتسبب عوامل التلف الكيميائى الضوئى مں حرارة ورطوبة وأكسوجين فى تلف المقتنيات المتحفية تلفا لا يقف عند حدود المظاهر الفيزيائية وأنما يتعداها إلى حدوث تغير كيميائى خطير لمكونات المقتنيات .

٣ ـ تشكل نواتج التلوث الجوى الغازية والصلبة والسائلة خطورة بالغة على مقتنيات المتاحف الموجودة فى المدن المزدحمة بالمصانع والسيارات أو المدن التى تحيط بها مصادر الأتربة والرمال .

٤ ـ أن متاحفنا الأثرية والتاريخية وقاعات الفنون والمعرض فى بلادنا بحاجة ماسة إلى الأجهزة التى سبق الإشارة إليها فى ثنايا هذا البحث لأهميتها البالغة فى التحذير من خطورة عوامل التلف المختلفة وأعمال السرقة والحرائق وغيرها فضلا عن أن هذه الأجهزة تلعب دورا هاما فى عرض المقتنيات بأسلوب علمى وفنى متطور يضفى إلى قيمتها الفنية والجمالية قيما أخرى تتمثل فى فنون العرض الجذاب الذى يشد انتباه الزائرين ويحفز الدارسين والباحثين على دراسة هذه المقتنيات وما تمثله من أهمية تاريخية وأثرية وفنية .

المراجع العربية والأجنبية

١ ـ أدم فيليب (ترجمة) ، محمد حسن عبد الرحمن ، دليل تنظيم المتاحف ، الهيئة المصرية العامة للكتاب ، ١٩٩٣ ، القاهرة .

٢ ـ على رضوان (دكتور) ، مذكرة علم الحفائر والمتاحف ، ١٩٩٠

٣ ـ مراد عبد القادر (دكتور) ، الأضاءة الطبيعية فى الفراغات العمرانية ، مجلة المعمار حمعية المهندسين المعمارين المصرية ، ١٩٩ ، القاهرة .

4- Birren, F (1969) . Colour and environment, Reinhold comp. London .

5- Bodick, A. W. (1977). The guarding of cultural property UNESCO

6- Conklin. G. (1982). The Weather- Conditioned house, Reinhold London Comp .

7- Graver. H. T. (1967). Control of Atmospheric Pollutants and Maintaince of stable climatic conditions within Museums, LTD. London.

8- Grzywacz, M C (1993). Usin passive sampling devices to detect pollutants in Museums, ICOM. Com. For conservation .

9- Saunders, D. (1993) . The environment and lighting in the national gallery, ICOM Com For conservation .

10- Thomson, G. (1954) Air pollution, Studies in Conser-Vation 10, 4, London .

الباب السابع

اتجاهات المدرسة المصرية والمدرسة الإيطالية

في ميدان ترميم المباني الأثرية



اتجاهات المدرسة المصرية والمدرسة الإيطالية في ميدان ترميم المباني الأثرية

مقدمة :

يمكن القول أن الخبراء المصريين والايطاليين قد سلكوا خطا علميا واحدا فى تناولهم لمشكلة علاج التراث الإنسانى فى دراساتهم وبحوثهم العلمية فى ميدان ترميم وصيانة المبانى الأثرية التى ارتكزت على أسس علمية متشابهة مهما تشعبت هذه الدراسات وتلك البحوث الأمر الذى يؤكد أن هؤلاء العلماء قد فهموا نظرية الصيانة (Conservation Theory) فهما جيدا وعانهم على ذلك الخبرة الشخصية فى ميدان ترميم وصيانة المبانى الأثرية فى كلا البلدين وما توفر لديهم من امكانات علمية وفنية ذات مستوى رفيع .

فمعظم هؤلاء الخبراء عند دراستهم لحالات ومظاهر التلف المختلفة فى المنشآت الأثرية يبدأون فى التعرف على جوهر وكنه مادة البناء وخصائصها البتروجرافية بكل ابعادها الفيزيائية والكيميائية وتحديد المحاجر التى جلبت منها الأحجار المختلفة والمكونات العضوية وغير العضوية التى تدخل فى تكوين المونات وطبقات الشيد المختلفة . ثم ينتقلون فى دراساتهم إلى تحديد اسباب وقوى التلف التى تلعب دوراً هاماً فى انهاك القوى الفيزيائية لمواد البناء وتحويلها إلى مواد هشة فاقدة التماسك . ثم ينطلقون من هذه الخطوة بما توافر لديهم من معلومات ونتائج إلى تحديد سبل العلاج ومراحل الصيانة التى تضمن حماية المبانى الأثرية بكل عناصرها المعمارية والفنية لأطول فترة ممكنة .

وهكذا يمكن القول أن عمليات ترميم وصيانة المبانى لا تحصر فقط داخل اطار محدود ينحصر فى علاج هذه المبانى وحمايتها من التلف فى الحاصر والمستقبل وإنما تهدف هذه العمليات إلى تحقيق هدف اسمى يستمد أهميته من البعد الحضارى والفكرى والسياسى والاجتماعى الذى تؤكده المبانى الأثرية فوظيفة المرمم هى حماية صور التطور الإنسانى ومسيرة الحضارة الإنسانية عبر عصور التاريخ المختلفة من كل اسباب ومظاهر التلف والضياع والدمار .

دراسة بترو جرافيا الصخور والاحجار :

تعتبر دراسة الخصائص البتروجرافية المميزة للمكونات المعدنية والتركيب البنائى للأحجار المستخدمة فى المبانى الأثرية على جانب كبير من الأهمية ويعتبرها معظم الدارسين والمتخصصين فى ميدان صيانة التراث المعمارى أولى خطوات العلاج لأنه يترتب على نتائج هذه الدراسة تحديد طبيعة الحجر وما طرأ على مكوناته المعدنية وتركيبه الفيزيائى من تغيرات فيزيوكيميائية نتيجة التفاعل مع عوامل وقوى التلف فى الوسط المحيط ، لأنه من المعروف أن الأحجار المستخدمة فى المبانى الأثرية تتعرض باستمرار للتلف نتيجة هجوم عوامل وقوى التلف والفيزيائية والكيميائية والبيولوجية والميكانيكية وأن التغير الفيزيوكيميائى الذى يحدث للمكونات المعدنية لتلك الأحجار ما هو إلا نتيجة مباشرة لعدم التماثل الفيزيوكيميائى Physio-Chemical disparty بين البيئة الداخلية لتلك الاحجار والظروف البيئية المحيطة بها ، كما أن التغير الفيزيائى تحكمه القوانين الحرارية الديناميكية Thermody-namic والتى توضح ما يحدث من تحطم جزئى أو كلى لبعض المعادن المكونة للأحجار أو حدوث هجرة كلية أو جزئية للعناصر الكيميائية الرئيسية. والثانوية التى تتكون منها تلك الأحجار بفضل التأثيرات الضارة لعوامل وقوى التلف (5,8) .

إن معدلات وحدة التلف فى الأحجار الأثرية تعتمد إلى حد بعيد على قدرة مكوناتها المعدنية على مقاومة عوامل التجوية المختلفة Weathering ability of minerals بالإضافة إلى درجة تجانس تلك المعادن وطبيعة اسطح الأحجار المعرضة لتلك العوامل وما تتميز به هذه الأحجار المعرضة لتلك العوامل من خصائص فيزيو كيميائية .

وقد ذكر كل من Amoroso & Fassina أنه أمكن تقدير معدلات الاختزال وما تفقده الأحجار من مكوناتها المعدنية نتيجة التفاعل الفيزيائى مع عوامل وقوى التلف فعلى سبيل المثال تفقد اسطح الاحجار غير الصلدة Soft

Limestones المعرضة بطريقة مباشرة لتأثير عوامل التلف حوالى ٧ ملليجرامات من مكوناتها كل قرن من الزمان بينما تقل معدلات الفقد فى الأحجار الجيرية الصلدة Haıd Limestones اذ تبـلغ حوالى ٢٠ رملليجرام / فرن ـ وأضاف Bescarino أن المنحوتات الحجرية فى مدينة فينيسيا تفقد ٤ ٪ من وزنها فى السنوات الأخيرة بسبب تأثير عوامل وقوى التلف وخاصة التلوث الجوى .

وقد أثبتت الدراسات البتروجرافية التى أجريت على العديد من الأحجار المختلفة المستخدمة ف المبانى الأثرية أن معدلات التلف فى تلك الأحجار تتوقف إلى حد بعيد على درجة مسامية تلك الأحجار ونظام الخاصية الشعرية بها . اذ تزيد معدلات التلف فى الأحجار عالية المسامية وتقل هذه المعدلات فى الأحجار قليلة المسامية كما ثبت أن التجوية الحرارية (Thermal Weathering) التى تحدث للأحجار التى تتعرض باستمرار لأختلاف معدلات الحرارة الجوية يوميا وموسميا وسنويا تؤدى إلى زيادة مساميتها حيث تتسبب التجوية الحرارية فى نشأة مسام صغيرة داخل الأحجار نتيجة الأنفصال الذى حدث لبعض البللورات المعدنية وتسمح هذه المسام الدقيقة مع المسام الأصلية فى هذه الاحجار بزيادة نفاذية الماء داخل تلك الأحجار

ومن المعروف أن درجة مسامية الأحجار porosıty وقدرتها على امتصاص الماء Hygroscopicity واختلاف معدلات الحرارة والرطوبة فى الوسط المحيط كلها عوامل تتحكم إلى حد بعيد فى كمية المساء المتسربة داخل هذه الاحجار .

ويرى Zezza أن قوة الشد Tensile Stıength تعتبر من أهم الخصائص الفيزيائية التى تتميز بها الأحجار والتى يتوقف عليها تحديد قدرة هذه الأحجار على مقاومة عوامل التلف . إذ أن ضغوط الشد Tensile Stresses التى تنشأ داخل هذه الأحجار تكشف بما لا يدع مجالا للشك خطورة عوامل التلف المختلفة التى أدت إلى نشأة هذه الضغوط مثل التغير المستمر فى معدلات الحرارة والرطوبة ونمو الكائنات الحية الدقيقة وتبلور الأملاح وتجمد المياه داخل الأحجار أو صدأ قضبان

الحديد المستخدمة فى ربط كتل الأحجار المنفصلة عن بعضها الأمر الذى يترتب عليه حدود تشقق هذه الأحجار .

وقد قدم الدكتور صالح (18) دراسة وافية عن الحصائص البتروجرافية للحجر الجيرى فى هضبة الجيزة وتمثال « أبو الهول » وأسباب تلف هذا التمثال وتحديد خطورة التلف من خلال مظاهر التلف الفيزيو كيميائية فى الأجزاء المتفرقة لجسم التمثال . ولا شك أن هذه الدراسة تنتهج نفس المنهج العلمى الذى ترتكز عليه الدراسات العلمية التى يقوم بها علماء ترميم وصيانة الأحجار والمبانى الأثرية ليس فقط فى ايطاليا ولكن فى معظم دول العالم .

وقد استخدم كل من Lugnani , Facaoru (14) طريقة علمية هامة غير متلفة وذلك فى فحص الأحجار الأثرية وخاصة من أجل تحديد سمك الطبقات التالفة وعمق الشروخ والشقوق وتقدير قوة الشد والضغوط وتحديد درجة تلف التركيب البنائى لتلك الاحجار وتتلخص هذه الطريقة فى استخدام الأجهزة العلمية الآتية .

١ - Ultra- sonic pulse

٢ - Electro magnitic method

٣ - Radiometric rays

٤ - Radiographic method

دراسة أسباب ومظاهر التلف :

حظيت مظاهر التلف المختلفة الموجودة فى مواد البناء المستخدمة فى المبانى الأثرية بنصيب وافر من الدراسات والبحوث العلمية التى قام باجرائها معظم الخبراء المصريين الإيطاليين من أحل تحديد أسبابها ودرجة خطورتها .

وقد أعتبر هؤلاء الحبراء أن المياه الأرضية وما بها من املاح ذائبة والكائنات

الحية الدقيقة والتلوث الجوى من أهم العوامل والقوى التى تسبب تدمير المكونات المعدنية والتركيب البنائى لمواد البناء ولهذا افسحوا لها مساحات واسعة فى دراساتهم وبحوثهم فضلا عن أن بعض هؤلاء العلماء قد درسوا مظاهر التلف الموجودة على سطح المبانى الأثرية ومثلوها على هيئة خريطة توضيحية فيما يعرف بالاسلوب الذى أطلق عليه Maping of deterioration

وإذا كان الخبراء المصريون والإيطاليون قد اتفقوا على أن المياه تتسرب إلى داخل الأحجار ومواد البناء المسامية بفعل قوة الخاصية الشعرية Capillary force أو الارتفاع الشعرى Capillary rise للمياه فى المناطق المختلفة لمواد البناء فإن Torraca قدم تفسيرا علميا انفرد به دون سائر العلماء عن العلاقة الكهربائية بين مواد البناء وبين مصادر المياه المختلفة حيث أن مواد البناء تتكون من بللورات المعادن التى تنتشر فوق اسطحها ذرات الاكسوجين السالبة (O) التى تجذب إليها ذرات الهيدروجين (H^+) وهكذا تتكون فوق اسطح مواد البناء أو داخلها مجموعات الهيدروكسيل (OH groups) أو الروابط الهيدروجينية Hydrogen bonds التى تجذب المياه من مصادرها المختلفة إلى داخل مواد البناء وهكذا تتحول اسطح هذه المواد إلى اسطح جاذبة للرطوبة بمعناها الشامل Hydrophelic Surfaces وقد ذكر Torraca أن الماء تنتقل إلى مواد البناء المسامية فى الطور السائل والطور الغازى والطور البخارى . وهناك عدة قوى تتحكم فى انتقال هذه المياه فى الأماكن المختلفة داخل مواد البناء ومن أهمها ما يلى :

قوة الأمتصاص : Suction force

وتعنى هذه القوة انتقال المياه داخل مواد البناء من المناطق المشبعة بالماء إلى المناطق الجافة أو التى تحتوى على مياه قليلة حيث تمتص تلك المناطق المياه من المناطق المجاورة المشبعة بالماء

قوة الإنتشار : Diffusion force

ويعبر هذا المصطلح عن قوة انتشار الماء من المناطق عالية التشبع بالماء إلى المناطق الجافة أو التى تحتوى على محتوى مائى قليل .

قوة الخاصية الاسموزية : Osmosis Force

من المعروف أن الأملاح الذائبة فى الماء تتحول إلى إيونات ملحية ذات شحنات كهربائية متفاوتة فى قوة جذبها للمياه حسب طبيعة الملح ودرجة مسام مواد البناء حيث تجتذب المناطق التى تحتوى على نسبة قليلة من الماء (نسبة قليلة من الأملاح الذائبة) كميات كبيرة من الماء من المناطق المشبعة بالماء التى تحتوى على نسبة عالية من الأملاح الذائبة وهذا ما يعرف باسم القوى الكهربية للايونات الملحية أو تموؤ الايونات الملحية Hydration of ions .

القوة الحرارية : Heat force

من المعروف أن الماء تنتقل داخل مواد البناء من المناطق الباردة إلى المناطق الدافئة .

وعن حركة الماء داخل مواد البناء المسامية فأن Mascolo, Marino, lantuono, وعبد الهادى قد اتفقوا على أن هذه الحركة محكومة باختلاف معدلات الحرارة والرطوبة فى الوسط المحيط وكذلك عامل التبخر evopoiation process والعامل الهجروسكوبى Hygroscopicity بالإضافة إلى المسام وتوزيعها داخل مواد البناء المسامية ودرجة تشبعها بالماء فضلا عما تتميز به هذه المواد من خصائص فيزيوكيميائية .

وقد اتفق كثير من الخبراء المصريين والإيطاليين على أن الأملاح الذائبة فى الماء تشكل خطورة بالغة على المكونات المعدنية لمواد البناء وتهدم تركيبها الفيزيائى كما أن هذه الاملاح تزيد فى نفس الوقت من حطورة الماء المتسربة داخل هده المواد . وقد ذكر Amoioso أن عامل تبخر الأملاح يزيد من درجة تركيز الأملاح المتبلورة داخل مواد البناء واصاف عد الهادى أن الأملاح الذائبة فى الماء تتبلور

على سطح هذه المواد اذ استمرت درجة الحرارة عند معدلاتها العالية فترة طويلة فى الوسط المحيط وتتبلور داخل هذه المواد بين مكوناتها المعدنية اذا لم تستمر درجات الحرارة عند معدلاتها المرتفعة فترة طويلة كما ان هذه الأملاح تتبلور باشكال مختلفة فى المناطق المختلفة داخل مواد البناء إذا تعرضت معدلات الحرارة والرطوبة للتذبذب بين الارتفاع والانخفاض وبالعكس . ومن المعروف أن الأملاح المترهرة تترسب فوق اسطح الاحجار طالما أن هذه الاحجار تظل رطبه لفترات طويلة . كما لوحظ أن هذه الأملاح تتركز فى المنطقة الوسطى بين الأحجار الرطبة والأحجار الجافة .

وتعتبر الامطار الحامضية أحد العوامل الجوية التى تسبب تلف مواد البناء المستخدمة فى المبانى الأثرية وخاصة الأحجار الكربوناتية حيث أن معظم هذه الأمطار تحتوى على العديد من الأحماض وخاصة حمض الكربونيك الناشئ عن ذوبان غاز ثانى أكسيد الكربون فى مياه الأمطار وحمض الكبريتيك الناشئ عن تحول غاز ثالث أكسيد الكبريت إلى حمض فى وجود الرطوبة . ومن المعروف أن المكونات الكيميائية للأمطار لا تختلف كثيرا عن مكونات الهواء الغاية والصلبة السائلة .

ولا شك أن حطورة الأمطار على المبانى الأثرية تبلغ أقصى مدى لها فى المناطق الصناعية والساحلية لأنها فى مثل هذه الظروف تكون مختلطة بنواتج التلوث الصناعى (الغازية ـ الصلبة ـ السائلة) ورزاز البحر (المناطق الساحلية) الذى يحتوى على نسبة عالية من الأملاح الذائبة .

وقد لوحظ أن بعض العناصر المعمارية فى المبانى الأثرية التى لم تتعرض مباشرة لسقوط الأمطار تتكون فوق اسطحها طبقات متفاوتة فى السمك والصلادة وتحتوى على مخلفات التلوث الجوى (الأتربة ـ الرمال ـ حبيبات الكربون) والأملاح المتبلورة وخاصة أملاح الكبريتات والكربونات والكلوريدات بنسب متفاوتة .

أما العناصر المعمارية التى تتعرض مباشرة لسقوط الأمطار فهى لا تحتوى على الطبقة الملحية الصلبة لأن مياه الأمطار تقوم بتنظيف أسطح العناصر المعمارية من المواد المتلفة فوقها .

وقد ذكر Fassina أن الطبقة الملحية الصلبة التى تتكون فوق السطح الأحجار تختلف فى خصائصها الفيزيوكيمائية حسب طبيعة المواد التى تدخل فى تكوينها وطبيعة السطح الذى تترسب فوقه فهى فى الغالب تعتبر أكثر كثافة واقل نفاذية للماء وتحتوى على نسبة عالية من أملاح كبريتات الكالسيوم التى تتميز باختلاف حجم بللورتها التى تفوق فى حجمها حجم بللورات الكالسيت وهذا الاختلاف فى الحجم ينشأ عنه ضغوط وانفعالات داخل الاحجار الأمر التى يترتب عليها حدوث شروخ وشقوق فى تلك الأحجار كما يترتب على التبلور وإعادة تبلور بللورات كبريتات الكالسيوم ما يعرف باسم التمدد الحرارى للبلورات Thermal expansion of crysals الذى يسبب مزيدا من التلف الفيزيائى للأحجار .

ومن المعروف أن الأملاح المتبلورة فوق أسطح الأحجار ومواد البناء كلها ناشئة عن تفاعل كيميائى أو بيولوجى والأملاح الأخرى عبارة عن شوائب طبيعية داخل مكونات الأحجار أو شوائب مختلطة بمواد المونة المستخدمة فى المبانى الأثرية .

ويرى كل من Fassina, Bonacina, Bagio أن مكونات المونة تحتوى فى معظم الأحيان على العديد من الأملاح مثل املاح كبريتات الصوديوم -Thenar dite $(Na_2So_4)_2$ وأملاح كبريتات البوتاسيوم وأن هذه المونة تعتبر بمثابة معبر تسلكه الأملاح الذاتية فى الماء داخل الأحجار فتسبب لها اضرارا جسيمة .

ويحدد كل من Zendri. Bakolas. Biscontin طريقة فحص مكونات المونة الأثرية وتتلخص فى الحصول على عينات صلبة أصلية من تلك المونة لم تتعرض للتلف ولم يحدث أى تحول كيميائى لمكوناتها المعدنية وفحص هذه العينات بالطرق الكيميائية والفيزيائية لتحديد أهم مكونات المعدنية وخصائصها الفيزيوكيمائية ودرجة صلادتها ومساميتها .

وقد أوضح Massari أن مظاهر الرطوبة فى جدران المبانى الأثرية يمكن قياسها وتحديد خطورتها باجراء العديد من القياسات والفحوص العلمية المختلفة من

بينها ما يلى :-

١ - قياس معدلات الحرارة والرطوبة داخل وخارج المبانى الأثرية .

٢ - قياس اختلاف معدلات الحرارة داخل التركيب البنائى لمواد البناء عن حرارة الجو فى الوسط المحيط .

٣ - قياس محتوى الرطوبة داخل مواد البناء .

٤ - تشخيص أنواع الأملاح المتبلورة داخل مواد البناء وفوق اسطحها .

٥ - اختبار معدلات الامتصاص الهجروسكوبى لمواد البناء .

٦ - اختبار معدلات تسرب الماء داخل مواد البناء طبقا لنظام الخاصية الشعرية .

اتفق الخبراء المصريون والإيطاليون فى دراساتهم العديد على أن نواتج التلوث الجوى الصلبة والغازية والسائلة المنتشرة بنسب تركيز عالية فى اجواء المدن الصناعية وكذلك المدن المزدحمة بالسيارات والحافلات المختلفة أصبحت تشكل خطورة بالغة على مواد البناء السمتخدمة فى المبانى الأثرية .

وقد ذكر Fassina أن زيادة معدلات تلف مواد البناء فى المبانى الأثرية فى المدن الصناعية يرجع إلى زيادة معدلات التلوث الجوى فى اجواء تلك المدن حيث اثبتت التجارب التى اجريت فى بعض المدن الأوروبية لتقدير كميات لملوثات الغازية فى اجوائها أن ٦٠ ٪ من نسبة غاز أكسيد الكبريت الموجودة فى تلك الاجواء يرجع إلى العمليات الصناعية المختلفة بالإضافة إلى ما تدفع به موتورات السيارات من غازات ملوثة والتى يعتبر غاز ثانى أكسيد الكبريت أهمها واخطرها على مواد البناء المختلفة .

وقد حدد Fassina أهم الملوثات الغازية الصناعية التى تتسبب فى تلف الاحجار وهى مركبات الكبريت (غاز ثانى وثالث أكسيد الكبريت) وكبريتيد الهيدروچين وكلوريد الهيدروچين وفلوريد الهيدروچين وأكاسيد النيترچين

والأوزون وثانى أكسيد الكربون .

ومن المعروف أن هناك العديد من التفاعلات الكيميائية التى تتم فى الجو ويترتب عليها تأكسد غاز ثانى أكسيد الكبريت وأكاسيد النيتروچين حيث تتحول إلى ملوثات ثانوية Secondary pollutants ثم إلى أحماض خطيرة فى وجود الرطوبة . فعلى سبيل المثال يتحول غاز ثالث أكسيد الكبريت إلى حمض الكبريتيك الذى يتفاعل مع الأحجار ومواد البناء الكربونية ويحول مادة كربونات الكالسيوم التى تعتبر مادة أساسية فى تلك المواد إلى كبريتات كالسيوم أما أكاسيد النيتروچين فتتحول إلى حمض النيتريك الذى يتفاعل مع كربونات الكالسيوم ويحولها إلى نيترات كالسيوم .

وتعتبر أملاح الكبريتات والنترات من أهم الأملاح المتبلورة التى تتكون منها الطبقة الملحية الصلبة التى ترسبت فوق أحجار المبانى الأثرية فى شارع المعز لدين الله الفاطمى بالقاهرة حيث أن هذه المنطقة تتميز بارتفاع معدلات التلوث الجوى نظرا لاردحامها بالسيارات والحافلات المختلفة التى تدفع محركاتها بكميات هائلة من نواتج الاحتراق سواء الصلبة أو السائلة أو الغازية .

أما غاز فلوريد الهيدروچين فهو أحد الملوثات العازية الشائعة فى أجواء المدن الصناعية التى تحتوى على مصانع الورق ، ومناطق حرق الفحم . حيث يتحول هذا الغاز إلى حمض الهيدروكلوريك فى وجود الرطوبة . وهذا الحمض يعتبر من الأحماض الضارة للأحجار الكربوناتية . إد عندما يتفاعل هذا الحمض مع الحجر الجيرى الذى يحتوى على كربونات الكالسيوم فإنه ينشأ عن هذا التفاعل أملاح الانتر كتسيت Antarcticite ($ca\ cl_2\ 6H20$) كذلك يعتبر غاز فلوريد ـ الهيدروچين ضمن مجموعة الغازات الصناعية التى تنتشر فى أجواء المدن الصناعية التى خرجت من مداخن مصانع الألومنيوم والحديد والصلب ومصانع الأسمدة

وقد كشفت الدراسات التى قام بها الخبراء المصريون والإيطاليون لتحديد خطورة الكائنات الحية الدقيقة وغيرها من مصادر التلف العضوى أن هذه العوامل البيولوجية تسبب اضرارا بالغة الخطورة للتكوينات المعدنيـة للصخـور والأحجار ومواد البناء المستخدمة فى المبانى الأثرية وهذه الظاهرة تعرف باسم « التجوية البيولوجية لمواد البناء Biological Weathering of buiding materials وقد ثبت بالملاحظة والتجربة أن التلف البيولوجى لا يعمل داخل دائرة التلف فى معزل عن عوامل وقوى التلف الأخرى وإنما يشارك هذه العوامل فى زيادة حدة التلف وتدمير المكونات المعدنية وتحطيم الترابط بينها ويؤكد ذلك نواتج التلف الفيزيوكيميائية البيلولوجية سواء ما ينتشر منها فوق سطح الجدران أو أسفل هذه الأسطح .

وتعتبر دراسة نشاط الكائنات الحية الدقيقة من الدراسات المتشعبة والمعقدة فى آن واحد نظرا للكم الهائل من تلك الكائنات التى تهاجم مواد البناء وتداخل النشاط العضوى بين الأنواع والأجناس المختلفة فضلا عن ارتباط النشاط العضوى بالنشاط الفيزيوكيميائى الذى تقوم به عوامل وقوى التلف المختلفة فى الوسط المحيط .

وقد ذكر عبد الهادى أن النمو الكمى والنوعى لأجناس الكائنات الحية الدقيقة بل ونواتج التلف التى تكونت فوق أسطح الأحجار الأثرية بفعل النشاط البيو كيميائى لهذه الأجناس كل ذلك مرتبط إلى حد بعيد مع الظروف البيئية المحيطة بتلك الأحجار . وأضافت Caneva أن أهم الظروف البيئية التى يمكن أن تتحكم فى ميكانيكية التفل العضوى هى :

١ ـ الطاقة الداخلية المتمثلة فى الضوء (primary energetical in put (light

٢ ـ الطاقة الداخلية الثانوية المتمثلة فى مصادر الغذاء Secondary energetical in put (nutritive factors)

٣ ـ الطاقة الخارجية الأولية المتمثلة فى الحرارة والرطوبة الجوية Primary ener-getical in put (Heat and humidity)

وفى المناطق المزدحمة بالسكان والنشاط الصناعى تلعب معدلات التلوث البيئى دورا هاما فى التحكم فى نمو ونشاط أجناس الكائنات الحية الدقيقة إذ ثبت أن بعض أجناس البكتيريا المؤكسدة للكبريت Sulphur oxidizing bacteria يزداد نشاطها البيوكيميائى فى الأجواء التى تتميز بزيادة معدلات التلوث وارتفاع نسبة غاز ثانى أكسيد الكبريت ، وقد ذكرت كل من : Salvadori, Caneva أن أجناس الكائنات الحية الدقيقة لا تتأثر بنفس الدرجة بغازات التلوث الجوى . فمجموعة الكائنات الحية الدقيقة التى تنتمى إلى مجموعة photosynthetic group يزداد نموها ونشاطها عند زيادة نسبة غاز ثانى أكسيد الكربون فى الهواء كما أن زيادة مركبات الهيدروچين فى الهواء تساعد على زيادة نمو نشاط البكتريا النيتروچينية .

أمثلة للتعاون المصرى ـ الإيطالى فى ميدان تحريم صيانة المبانى الأثرية :

ـ مقبرة نفرتارى :

تعتبر مقبرة الملكة نفرتارى زوجة الملك رمسيس الثانى التى كشف عنها الأثرى الإيطالى سكياباريللى عام ١٩٠٤ بالأقصر خير مثال للتعاون العلمى والفنى بين علماء ترميم وصيانة الآثار المصريين والايطاليين منذ الكشف عنها وحتى الآن. إذ قدم هؤلاء العلماء العديد من الأبحاث والدراسات النظرية والتطبيقية بهدف دراسة طبيعة الصخر الذى حفرت فيه هذه المقبرة وتحديد أسباب ومظاهر تلف هذا الصخر وما يحمله من طبقات ملونة . كما قام فريق من المرممين المصريين والإيطاليين بمحاولات عديدة فى سبيل علاج وصيانة هذه المقبرة التى تعتبر من أهم مقابر ملكات الأسرة التاسعة عشرة .

وتعتبر الدراسة العلمية التى قدمها الدكتور / صالح من الدراسات التحليلية

المكتشفة عن المواد الملونة وطبقة الشيد والأملاح المتبلورة الوجودة فى مقبرة نفرتارى . وقد كشفت الدراسة عن طبيعة الألوان المختلفة التى استخدمها المصرى القديم فى تلوين جدران المقبرة وأهم هذه الألوان . اللون الأزرق واللون الأخضر المائل للزرقة واللون الأحمر واللون الأصفر واللون الأبيض .

إن التحاليل الميكروسكوبية وتحاليل حيود الأشعة السينية التى أجراها صالح على العينات التى تحمل الألوان التى سبق الإشارة إليها كشفت عن طبيعة هذه الألوان . فاللون الأزرق عبارة عن مادة الأزرق المصرى Egyptian blue أو ما يعرف كيميائيا باسم Cuprorivaite (cacu si_4 O_{10}

وقد اختلطت مادة هذا اللون بمعادن أخرى مختلفة فى طبيعتها مثل : Wollastonite, quartz, tridymite, calcite أما اللون الأخضر فهو عبارة عن مادة الملاخيت Malachite ($Cuco_3$ Cu (OH_2)

واللون الأحمر عبارة عن أكسيد الحديد (الهيماتيت) (Fe_2 O_3) واللون الأصفر عبارة عن كبريتور الزرنيخ أو ما يعرف باسم الأوربمنت Orpiment (As2 s) واللون الأبيض عبارة عن (Huntite ($Caco_3$ - 3 Mg Co_3 المختلط بملح كلوريد الصوديوم وكبريتات الكالسيوم والكالسيت .

أما نتائج تحليل عينات طبقة الشيد بواسطة حيود الأشعة السينية فقد أوضحت أن إحدى العينات تتكون من quartz ـ وكربونات الكالسيوم المختلطة بنسبة ضئيلة من كبريتات الكالسيوم اللامائية .

أما العينة الأخرى فوجد أنها تتكون من مسحوق كبريتات الكالسيوم المخلوطة بالتبن المقرط . أما طبقة الشيد الخارجية فقد ثبت أنها تحتوى على مسحوق كبريتات الكالسيوم اللامائية ونسبة قليلة من كربونات الكالسيوم ونسبة قليلة جدا من كلوريد الصوديوم والطبقة الكربوناتية . أما أهم الأملاح المتبلورة على أسطح جدران المقبرة من الداخل فأهمها كلوريد الصوديوم وكبريتات وكربونات الكالسيوم بنسب متفاوتة .

وفى معرض حديثه عن طبقة البطانة سواء الداخلية أو الخارجية التى كان يستخدمها المصريون القدماء فقد ذكر Mora إنهم كانوا يخلطون الطفلة بالتبن المقرط ويكسون بها أسطح جدران المقابر من الداخل وأضاف Mora أن طبقة البطانة كانت مكونات تختلف باختلاف نوع الحامل الذى يقع أسفلها فإذا كان نوع الحامل من الحجر الجيرى الصلد ذى السطح الناعم فإن المصريين القدماء اعتادوا أن يغطوا سطح هذا الحجر بطبقة بطانة من الجبس الذى عرفوه منذ عصور ما قبل التاريخ أما إذا كان سطح البحر خشنا وبه شقوق أو شروخ فكانوا يغطونه بطبقتى بطانة . الأولى (السفلى) تتكون من الغرين النيلى المخلوط بالتبن المقرط والطبقة الثانية (العليا) فكانت تتكون أساسا من الجبس .

وفى دراسة له عن دور الأملاح فى تلف طبقات الألوان داخل مقبرة نفرتارى ذكر Mora أن هجرة المحاليل الملحية من داخل الحجر إلى طبقة الالوان وتبلورها فوق هذه الطبقة تعتبر من أهم أسباب تلف الألوان وانهيار أجزاء عديدة من طبقة الألوان . وفى هذه الحالة يمكن تحديد مظاهر التلف فيما يلى :

١ ـ تبخر المحاليل فوق سطح الألوان وتبلور الأملاح المختلفة فوق هذه الأسطح أو أسفلها بقليل .

٢ ـ حدوث شقوق مختلفة وتفتت مكونات الصور الجدارية أو انفصالها عن بعضها نتيجة تبلور الأملاح .

٣ ـ غالبا ما يغطى سطح طبقة الألوان بطبقة صلبة Hard Crust مختلطة بحبيبات الرمال الناعمة والأتربة ويصعب ارالتها ميكانيكيا .

٤ ـ نمو الكائنات الحية الدقية فوق طبقة الألوان نتيجة امتصاصها للرطوبة التى أدت إلى تحلل وتعفن مادة الوسيط التى استخدمت فى مزج الألوان

وقد كشفت الدراسة التى قام بها Fassina , Ammar عن تأثير التلف العضوى على طبقة الألوان داخل مقبرة نفرتارى وأن مظاهر التلف العضوى تتركز فى سقف المقبرة الذى يتعرض لتسرب مياه الأمطار والسيول . كما كشفت هذه

الدراسة عن وجود أنفاق وخنادق لحشرة السمك الفضى Silver fish فى مناطق عديدة داخل المقبرة وهى من فصيلة (Thysanura)

سمعخانة الدراويش المولدية بالقاهرة :

تعتبر المجموعة المعمارية لمدرسة سنقر السعدى وما فوقها من عناصر معمارية المتمثلة فى مسرح الدراويش التى تعود إلى العصر العثمانى من أهم المبانى الأثرية الإسلامية التى شارك فى ترميمها وصيانتها فريق عمل من المرممين والمهندسين والأثريين المصريين والإيطاليين . وقد بدأ العمل فى ترميم وصيانة هذه المجموعة المعمارية التى تحظى بأهمية تاريخية وفنية عالية منذ ١٩٧٩ م من خلال الاتفاقية الثقافية التى أبرمت بين الجانب المصرى ممثلا فى هيئة الآثار المصرية ـ وجامعة القاهرة والجانب الإيطالى ممثلا فى المعهد الثقافى الإيطالى والسفارة الإيطالية بالقاهرة .وقد كشفت نتائج الدراسات التى قام بها المرممون المصريون والإيطاليون أهم أسباب ومظاهر التلف فى هذه المجموعة والتى يمكن تحديدها فيما يلى :

١ ـ ارتفاع منسوب المياه الأرضية المختلطة بمياه الصرف الصحى فى أساسات المبانى إلى حوالى ٥ أمتار وقد تسببت هذه المياه وما بها من أملاح ذائبة وكائنات حية دقيقة فى تلف التركيب البنائى لمعظم كتل الأحجار الجيرية وخاصة التى فى المستويات السفلى من الجدران .

٢ ـ تسببت الرطوبة التى امتصتها الأحجار فى تلف الزخارف الجصية داخل مدفن حسن صدقة وكذلك كثير من العناصر الزخرفية الخشبية والحجرية داخل المجموعة المعمارية .

٣ ـ حدثت شروخ وشقوق مختلفة العمق والاتجاهات فى كثير من الجدران كما حدث انفصال جزئى فى أماكن مختلفة فى الحوائط الخارجية بسبب ضعف مكونات وطبقات التربة وعدم قدرتها على تحمل العناصر المعمارية المشيدة فوقها

٤ ـ حدث ميل خطير فى معظم الأعمدة داخل المجموعة المعمارية وخاصة الأعمدة التى تحمل القبة

٥ ـ تعرضت القبة العثمانية للتلف الشديد بسبب تلف أخشابها التى حدث بها التفاف والتواء فضلا عن هجوم الحشرات والكائنات الحية الدقيقة التى التهمت مكونات السيليلوز والمواد النشوية فى الخشب وحولته إلى مادة هشة فاقدة التماسك . كما أن طبقة الألوان داخل القبة التى تحمل كثيرا من العناصر الزخرفية العثمانية تعرضت للتلف وانفصال أجزائها عن جسم القبة بسبب عوامل التلف الفيزيوكيميائية المختلفة .

وقد وضع خبراء الترميم الإيطاليين والمصريين خطة تميزت بالدقة لترميم وصيانة هذه المجموعة المعمارية وقد نشرت تفاصيل هذه الخطة فى التقرير العلمى الذى وضعه المركز الإيطالى المصرى لترميم الآثار عام ١٩٨٨ ويمكن الإشارة إلى أهم ملامح هذه الخطة فيما يلى :-

١ ـ تم تدعيم وصلب الجدران الآيلة للسقوط وكذلك القبة بالطرق الهندسية المعروفة .

٢ ـ تم وضع الأعمدة فى اتجاهها الصحيح وتثبيتها وتدعيمها فى الحدود المقبولة.

٣ ـ إقامة أساسات ذات قواعد خراسانية لحماية العناصر المعمارية من الإنهيار

٤ ـ تم خفض منسوب المياه الأرضية وذلك بعزل الجدران وعمل فتحات تهوية بها كما تم حقن أسفل أساسات الجدران بالراتنجات ومواد المونة العازلة للرطوبة . .

٥ ـ تم علاج القبة ووضعها فى اطارها الصحيح وعلاج أخشابها واستبدال الأخشاب القديمة التى تعرضت للتلف الشديد بأخشاب تتميز بجودة خصائصها .

٦ ـ تم تدعيم وربط إطار القبة بإطار معدنى من الحديد الصلب المرن لحمايتها من الانبعاج واختلاف الشكل فى الحاضر أو المستقبل . كما تم علاج طبقة الألوان داخل هذه القبة وتقويتها بمحلول Paraloid B 72 بنسبة ٥ ٪ . كما

تم تغطية القبة من الخارج بطبقة من المونة التى تقاوم تأثير عوامل التلف الجوية ولا يختلف لونها عن اللون الأصلى للمونة القديمة .

ننتائج البحث :

كشفت الدراسة التى قدمها هذا البحث بما تضمه من أفكار واراء ووجهات نظر الباحثين المصريين والإيطاليين فى مجال ترميم وصيانة التراث المعمارى عن نتائج هامة يمكن الإشارة إليها فيما يلى :

١ ـ إن الدراسات العلمية التى قدمها خبراء الترميم والصيانة الإيطاليين والمصريين قدمت نتائج علمية طيبة أدت إلى تطور علوم الترميم والصيانة ، كما أوضحت هذه الدراسات الأسس العلمية والفنية التى ترتكز عليها نظرية الصيانة.

٢ ـ أثمرت الجهود العلمية التى يبذلها خبراء الترميم وصيانة المبانى الأثرية فى مصر وإيطاليا عن رسوخ وتأكيد شخصية المدرسة المصرية والإيطالية بين المدارس الدولية للترميم والصيانة الدولية .

٣ ـ تطابق وجهات نظر الخبراء المصريين والإيطاليين فى دراساتهم التى تتناول عوامل وقوى التلف الفيزيوكيميائية والبيولوجية والبشرية التى تهاجم المنشأت الأثرية وتفسير ما ينشأ عن التفاعل الكيميائى بين هذه العوامل ومواد البناء المستدخمة فى تلك المنشأتمن مظاهر تلف مختلفة .

٤ ـ اتفق كثير من الخبراء المصريين والإيطاليين على أهم أسس وحطوات علاج وصيانة المبانى الآثرية بما يتفق وحالة تلك المبانى وما تتعرض له مس عوامل تلف مختلفة وتبدأ مراحل العلاج والصيانة فى معظم الحالات بدراسة الخصائص الفيزيوكيميائية لمواد البناء المستخدمة فى تلك المبانى وتحديد الدور الذى تلعبه عوامل التلف فى تلك المواد وتدمير مكوناتها المختلفة وأنهيار تركيبها البنائى ثم تبدأ بعد ذلك مراحل العلاج والصيانة بما يتفق وحالات التلف التى وصلت إليها مواد البناء .

٥ ـ اتفق خبراء الترميم المصريين والإيطاليين على حقيقة هامة وهى أن عمليات علاج وصيانة مواد البناء الآثرية مهما وصلت إلى درجة النجاح ومهما حققت من نتائج طيبة فإنه لا يمكن الاطمئنان لنجاحها فترة طويلة من الزمن بسبب خطورة تأثير عوامل وقوى التلف على مواد البناء المختلفة . ولهذا يجب أن تخضع المبانى الأثرية التى أجريت لها عمليات العلاج والصيانة للإشراف المباشر والمستمر من قبل المتخصصين للحكم على نجاح عمليات العلاج وتفادى حدوث الأضرار الجانبية من جراء استخدام المواد الكيميائية فى العلاج أو الصيانة .

المراجع العربية :

١ ـ محمد عبد الهادى (دكتور) . التلف العضوى فى المبانى الأثرية ، المؤتمر الدولى الثامن للدراسات البيئية ، معهد الدراسات والبحوث البيئية ـ جامعة عين شمس ١٩٩٠ ، ص ١٢٣ ـ ١٣٠ .

٢ ـ محمد عبد الهادى (دكتور) تشخيص الأملاح المتبلورة فى تمثال أبو الهول بالميكروسكوب الالكترونى الماسح ، ندوة كلية الآثار ـ الرؤيا العلمية للحفاظ على الآثار ، ١٩٩٠ .

٣ ـ محمد عبد الهادى (دكتور) ـ نشأة وتطور ترميم وصيانة الآثار ـ مجلة كلية الآثار ـ العدد الرابع ، ١٩٩٠ .

٤ ـ محمد عبد الهادى (دكتور) ـ تأثير الظروف البحرية على تلف المبانى الأثرية بمدينة الإسكندرية ، ندوة كلية الآثار ـ الرؤيا العلمية للحفاظ على الآثار ـ ١٩٩١ م.

٥ ـ محمد عبد الهادى (دكتور) ـ توثيق المبانى الأثرية وترميمها ، بحث ألقى فى الدورة التدريبية لصيانة آثار مدينة حلب السورية بمركز الدراسات المعمارية ـ القاهرة فى ١٩٩٤/٩/٢٥ م

المراجع الأجنبية :

5 - Abd El Hady , M. M. (1986) . Durability of Limestone and sandstone monuments in the atmospheric conditions in Egypt, ph. D Thesis, Warsaw University , poland.

6 - Abd El Hady, M. M. (1992) . Acrylicresins and silicones as monumental stones preservatives, Journal of Faculty of Atchaeology, Cairo University , Vol . 5 . 1991

7 - Ammar . M. S (1987) . Microflora invesigations, Wall paintings ofthe tomb of Nefertari , Ann. du, Serv. des Antig. De L'Egypte. 8 - Amoroso, G. G. and Fassina, V. (1983). stone decay and conservation El Sevier, Amesterdam.

9 - Boscarino, S. et al. (1979) . Influenza della technica di Lavorazione su alcuni materiali, 3rd intern . Symp . on the dererioration and preservation of stone, padova .

10 - Biscontin, G. (1991) . Micro structural and composition characteristics of historic mortars in venice, corservation of stone and other materials, Vol. 1, RILEM pp 178 - 185

11 - Boscarino , S. et al (1979) . Influenza della technica di lavorazıome su alcuni materiali, 3 rd intern . Symp. on the deterioration and preservation of stone, padova

12 - Caneva, G. and Salvadori, O. (1983) . Biodeteriorari-on of stone, the deterioration and conservation of stone, UNESCO,pp. 182 - 234 .

13 - Colantuono , A. et al. (1991) . Accurate measurement of expansion and contraction in porous stones caused by moisture absorption, conservation of stone and other materials. Vol . 1, RILEM . pp. 204 - 211 .

14 - Facaoaru, I. and Lugnani, V. (1991) . Contribution to the diagnosis of stone and concrete, conservation of stone and other materials, Vol. 1, RILEM, pp. 238 - 251 . 15% Fassina , V. (1983) . Air pollution in relation to stone decay, UNESCO, pp. 111 - 181 .

16 - Massari, I. 1983) . Some aspects of humidity protection in historic buildings, UNESCO, pp. 89-111 .

17 - Mora. p et al . (1983). Conservation of wall painting, Butterworths, London ,

18 - Saleh. A. S (1983) Study of the reconstruction of the beard of the Sphinx, 3 Vols. presented Egyptian Antiquities organization .

19 - Saleh . A. S. (1987) pigments, plaster and salts analyses. wall paintings of the tomb of Nefertari, Ann. du serv . des Antig. De L'Egypte .

20 - Tabasso, L. (1983) . Conservation treatments of stone, The deterioration and conservation of stone, UNESCO, pp 223 - 289 .

21 - Torraca, G. (1981) . Porous building materials, ICCROM, publ .

22 - Torraca, G. (1983). General Philosophy of stone conservation The deterioration and conservation of stone, UNESCO, pp. 243-269 .

23 - Zezza, U (1991) Influence of mechanical anisotropic behavior to tensile strength on decay evolution of marbles, conservation of stone and other materials, Vol. 1, RILEM, pp. 220 - 227 .



الباب الثامن

تأثير الهزات الزلزالية على المباني الأثريه



تأثير الهزات الزلزالية على المبانى الاثرية

مخلص البحث :

يتناول هذا البحث دراسة تأثير الزلازل على المباني الاثرية الاسلامية بمدينة القاهرة . وحيث أن الزلازل تعتبر هزات أرضية متعاقبة مختلفة فى شدتها وتأثيراتها الضارة فقد ارتكز البحث على عدة محاور كل محور اختص بجانب من جوانب الدارسة .

المحور الأول : يضم نبذة تاريخية عن أهم الزلازل فى المنطقة العربية وتأثيراتها الضارة على المبانى .

المحور الثانى : ويتناول دراسة النظريات العلمية التى تفسر أصل ونشأة الأرض بالاضافة إلى دراسة القشرة الأرضية والقشرة المحيطية ومكوناتها المعدنية وخصائصها الفيزيوكيميائية .

المحور الثالث : يضم دراسة مختصرة عن أسباب نشأة الزلازل فى طبقات الأرض المختلفة .

المحور الرابع : يرصد أهم الزلازل فى مصر وأشهر أماكنها بالاضافة إلى أسباب حدوث زالزال ١٢ أكتوبر ١٩٩٢ وتأثيراته الضارة على المبانى الاثرية الاسلامية بمدينة القاهرة .

المحور الخامس : يضم دراسة عن أهم وسائل العلاج الهندسى لمظاهر التلف الناشئة عن الهزات الارضية فى العناصر المعمارية التى تتكون منها المبانى الاثرية بالقاهرة . وينتهى برصد مجموعة من النتائج والتوصيات بالاضافة للمراجع العربية والأجنبية .

هدف البحث :

يعتبر هذا البحث دراسة علمية تختص بدراسة الهزات الزلزالية وآثارها الضارة على المبانى الأثرية مع التركيز على زالزال ١٢ اكتوبر ١٩٩٢ الذى تسبب فى تصدع

كثير من العناصر المعمارية للمبانى الأثرية الاسلامية بالقاهرة .

ولاشك أن هذا الزلزال لايمكن اعتباره السبب الرئيسى الذى أدى إلى تلف هذه العناصر المعمارية بل أن كثيرا من الدراسات العلمية اثبتت أن المبانى الاثرية بالقاهرة تتعرض مواد البناء المستخدمة فيها للتلف من جراء التأثيرات الضارة للعديد من العوامل والقوى المتلفة التى تهاجم هذه المبانى مثل التلوث الجوى والمياه الأرضية والكائنات الحية الدقيقة فضلا عن الاستخدام السيئ لبعض هذه المبانى وشغلها بالانشطة الصناعية والتجارية والتعليمية أو اتخاذها كأماكن لمن لاسكن لهم .

كما يهدف البحث إلى دراسة أهم النظريات العلمية التى تحكم عمليات علاج وصيانة العناصر المعمارية التى تعرضت للتلف من جراء الهزات الأرضية المختلفة أو هبوط التربة بسبب تذبذب مستوى الماء فيها بالاضافة الى دراسة أهم الحطوات العلمية المتبعة فى العلاج والصيانة التى وضع قواعدها العلماء والباحثون المتحصصون فى شتى أنحاء العالم .

خريطة توضح أهم مناطق الأحزمة الزلزالية فى العالم

نبذة تاريخية :

من المعروف أن الهزات الارضية تعتبر حركة أرضية لا انقطاع لها اذ يذكر سير Feilden فى كتابه الشهير بين زلزالين . Between Two Earthquakes أننا دائما بين زالزالين زالزال مضى وزالزال آت[١٩] .. وهذا يعنى أن الزلازل حركات أرضية مستمرة وأن اختلفت بين الشدة والضعف .

وقد أشارت بعض الدراسات التاريخية والأثرية والجيولوجية إلى أن أقدم زالزال معروف فى التاريخ المسجل هو ذلك الزلزال القوى الذى ضرب مدينة تل بسطا بمحافظة الشرقية الآن عام ٢٨٠٠ ق . م وقد أشار اليه المؤرخ المصرى مانيثون فى القرن الثالث قبل الميلاد قد تتسبب فى تهدم منشآت هذه المدينة التى مازال كثير من أحجارها متناثرا إلى اليوم على سطح الأرض أو مدفونا أسفل طبقات التربة .

أن التاريخ المكتوب عن الحركات السيزميه (الزلزالية) Seismic Moveme-nts فى الشرق الأوسط وشمال افريقيا يعود إلى أقل من ٥٠٠ عام وهى فترة قصيرة اذا ماقورنت بالزمن الجيولوجى الضارب فى القدم الذى شهد أحداثا زلزالية متعاقبة ترتب عليها حدوث حركات وتعبيرات فى الصفائح التى يتكون منها باطن الأرض . ومن المعروف أن القاهرة لم تكن بعيدة عن تأثيرات الحزركات الزلزالية لأنها تقع بالقرب من حافة القرن الأفريقى African Continental Plate الذى يتميز بنشاطه الزلزالى [٢٠] .

وتشير الاحصائيات الزلزالية أن مدينة القاهرة تتعرض لضربات ثلاثة زالازل كبيرة فى كل قرن من الزمان (بمعدل زالزال كل ٣٣ سنة تقريبا) . [٩] وخبرنا التاريخ الاسلامى أن مدينتى انطاكيه والقاهرة كانتا من اكثر المدن العربية تعرضا للزلازل القوية .

وقد اهتم كثير من العلماء المسلمين بأمور الزلازل وقاموا بتفسير هذه الظاهرة الطبيعية وتحديد مسبباتها اذ يذكر ابن سيناء فى كتابه الشفاء أن الزلزلة حركة تعرض لجزء من أجزاء الارض بسبب ماتحته . والجسم الذى يمكن أن يتحرك تحت الأرض ويحرك الأرض اما جسم بخارى دخانى قوى الاندفاع كالريح أو جسم مائى

سائل أو جسم هوائى أو جسم نارى .

وهكذا نرى أن ابن سيناء أشار إلى الصهير المعدنى (الماجما) الذى يخرج من باطن الارض ويتميز بدرجة حرارته العالية التى تجعله فى حالة سيولة وفى مثل هذه الظروف تولد الزلازل فى باطن الأرض .

وقد ألف الامام السيوطى (٨٤٩ هـ ـ ٩١٣ هـ / ١٤٤٥ م ـ ١٥٠٥ م) كتابا هاما عن الزلازل أطلق عليه اسم كشف الصلصلة عن وصف الزلزلة ويضم هذا الكتاب معلومات علمية هامة عن أهم الزلازل التى ضربت العالم الاسلامى منذ عام ٢٠ هـ (٦٤١ م) وحتى وفاة الامام السيوطى عام ٩١٣ هـ / ١٥٠٥ م .

وتشير الدراسات المتخصصة فى الزلازل الى أن أقوى زلزالين فى التاريخ هما الزلزال الذى ضرب بشدة مدينة لشبونة البرتغالية عام ١٧٥٠ فقضى على كثير من معالمها المعمارية وكذلك الزلزال المدمر الذى ضرب مدينة أسام الهندية عام ١٩٥٠ فأحال مبانيها إلى أنقاض ، ولاشك أن قوة هذين الزلزالين نابعة من كمية الطاقة الهائلة التى خرجت من بؤرتهما اذ تحررت طاقة حركية من زلزال لشبونة تعادل تفجير ثلاثة ملايين ونصف مليون قنبة ذرية مثل القنبلة الذرية التى ألقيت على مدينة هيروشيما اليابانية . أما طاقة زلزال مدينة اسام الحركية فكانت تعادل تفجير مليون ونصف مليون قنبلة ذرية مثل قنبلة هيروشيما [٩] .

مامن شك فى أن الزلازل تعتبر حركات أرضية ولذا فهى تعتبر جزءا من حياة الارض وقد نتج عنها حوادث مأساوية فى تاريخ البشر وتاريخ الحضارات الانسانية فكم تسببت فى تدمير القرى والمدن الآمنة وجعلتها أثرا بعد عين وكم تسبب فى القضاء على كثير من المبانى القديمة والحديثة التى تهدمت كليا أو جزئيا من جراء الهزات الارضية العنيفة . [٦] ومازالت البشرية تذكر بعضا من الزلازل المدمرة ومنها الزلازل التى ضربت مدينة أرمينيا عام ١٩٨٩ م وزلازل شمال غرب ايران عام ١٩٩٠ وغيرها من الزلازل التى خلفت وراءها أضرارا بالغة بالحياة الانسانية والبرية .

ومن المعروف أن الزلازل والبراكين قد شغلت أذهان العلماء فى الماضى اذ اعتقدوا أن حدوث هذه الكوارث الطبيعية مرتبط بحركة الكواكب . اذ عندما يثور

باطن الأرض وتخرج منه البراكين أو الزلازل فلابد أن يكون ذلك بسبب الجاذبية القادمة من الأجرام السماوية التى تؤثر فى باطن الارض وقد يكون بسبب اقتران كوكب المشترى العملاق مع كوكب الزهرة مما يتسبب فى ضغوط على باطن الارض عامة والغلاف المائى خاصة (٩) .

وقد عرف كثير من العلماء الزلازل أنها عبارة عن هزات أرضية ناتجة عن خصوصية البنية الداخلية لطبقات الارض وقشريتها القارية والمحيطية والحركات والتغييرات المستمرة للمواد المعدنية التى تدخل فى تكوين الطبقات الأرضية لذا فإن البحث سوف يتطرق إلى دراسة عدة محاور علمية أهمها مايلى :

١ ــ أصل ونشأة الأرض .

٢ ــ حركات القشرة الارضية والصفائح البنائية .

٣ ــ أسباب الزلازل ومقاييسها والأضرار الناتجة عنها .

٤ ــ تأثير الزلازل على المبانى المختلفة .

أولا : أصل ونشأة الأرض :

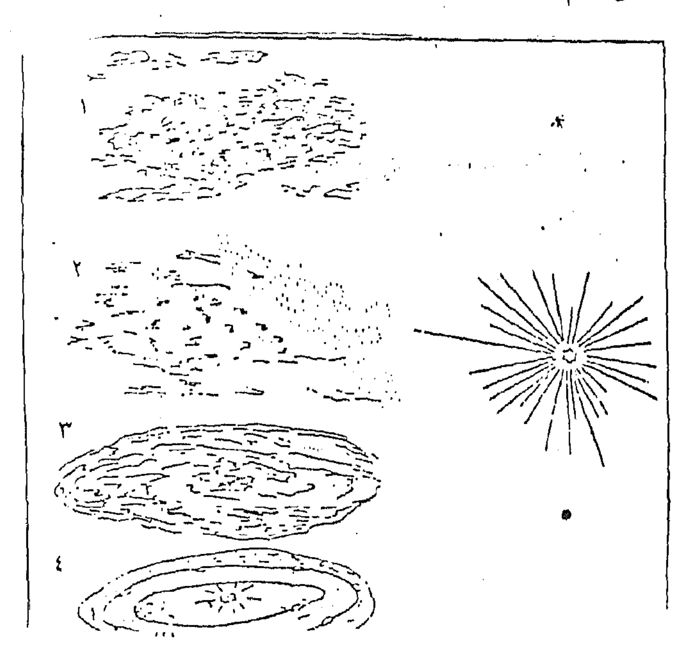
تعتبر الأرض الوعاء الذى تحدث فيه الهزات الزلزالية وهذا دليل مادى قوى يؤكد أن الأرض ليست مكانا جامدا بل هى مكان يتميز بالحركة المستمرة التى ينتج عنها تغيير وتبديل فى طبقات الأرض ومكوناتها المعدنية .

وقد شهد القرن التاسع عشر نشاطا علميا واسعا قام به كثير من علماء الجيولوجيا والفلك فى سبيل تفسير أصل ونشأة الكرة الأرضية ويأتى على رأس هؤلاء العلماء العالم الفرنسى الذى ذكر أن الأرض جزء من الشمس حيث اعتقد أن مذنبا ضخما اصطدم بشدة بالشمس الأمر الذى ترتب عليه تحطم السياج الخارجى للشمس حيث تكونت من الاجزاء المحطمة كواكب المجموعة الشمسية وهكذا يمكن القول بأن بيفون أول من نادى بفرضية الكارثة الشمسية لتفسير تكوين الأرض كواكب المجموعة الشمسية (٣) .

أما الفيلسوف الالمانى كانت فقد نادى بأن المادة هى وحدة بناء الكون واعتقد

بأن هذه المادة كانت مبعثرة عبارة عن جزئيات أولية صغيرة تتميز بانتظام توزيعها فى الفضاء الخارجى ثم بدأت هذه الجزئيات تتجمع وتلتصق مع بعضها البعض تحت تأثير الثقالة الكونية مكونة فى النهاية مراكز تجميع مادية حيث تعتبر الشمس أهم هذه المراكز . كما أن هذه الجزئيات تحت تأثير قوة الجاذبية والحركة الدورانية المستمرة حول مركز الشمس تكونت كواكب المجموعة الشمسية من غبار السحب الكونية .

أما عالم الرياضيات الفرنسى لا بلاس فقد افترضت أن الشمس ذاتها قد تكونت من سحابة غازية ضخمة كانت تسبح فى الفضاء الخارجى بعد أن تجمعت وتمركزت وانضغطت هذه السحابة . ونتيجة تعرض هذه الكتلة الضخمة لعمليات التضاغط والحركات الدورانية المستمرة حدث بها تسطح وتفلطح وبدأت تنفصل منها حلقات التى شكلت منها النوى الأولية لكواكب المجموعة الشمسية ومن بينها الأرض (شكل رقم ١) .



شكل (١) يوضح تكوين كوكب المجموعة الشمسية من السحابة الغازية الأولى[١] (عن شاهر أغا : ١٩٩٥)

ويرى عالم الفلك الانجليزى جينيس أن الكواكب ومن بينها الأرض قد تشكلت من الشظايا التى تناثرت من الشمس عندما اصطدم بها نجم ضخم . أما العالمان الأمريكيان مولتون وهو متخصص فى علوم الفلك و تشمبرلين وهو متخصص فى الجيولوجيا فيعتقدان أن كميات هائلة من الغازات قد خرجت من الشمس بسبب ماتعرضت له من عمليات المد العنيفة نتيجة مرور مذنب ضخم بجوارها وبمرور الوقت تجمعت هذه الغازات وتكاثفت مكونة كويكبات أولية أو نوى كويكبية ثم تحولت هذه بدورها إلى كويكبات صغيرة إلى أن كبرت وتحولت الى كواكب كبيرة الحجم تنتمى إلى المجموعة الشمسية ومن بينها الأرض (٢) .

ويعتقد العالم الروسى شميت أن كتلة الشمس قد تكونت من سحابة غازية غبارية كانت تسبح فى الفضاء الخارجى ثم تكاثفت وتصلدت بمرور الوقت مكونة كواكب المجموعة الشمسية .

ونتيجة التطور العلمى الهائل فى علوم الفيزياء والجيولوجيا والفلك فى العقدين الأخيرين من القرن العشرين فان مسألة نشأة الأرض وتكوينها قد حظيت باهتمام كثير من العلماء وخاصة علماء الفلك الذين تمكنوا من ملاحظة تكوين النجوم من الهيولى الغازية الغبارية الموجودة بين النجوم المنتشرة فى الفضاء الخارجى ويعتقدون أن هذه النجوم قد تكونت نتيجة التأثيرات المضادة بين المجالات المغناطيسية وضغط الغازات وعمليات الاشعاع الغازية المنطلقة من المناطق الحدودية الموجودة فى أذرع المجرات الحلزونية ومن المجرة التى تنتمى اليها أرضنا وشمسنا (٢) .

ويرى معظم هؤلاء العلماء أن كواكب المجموعة الشمسية ومن بينها الأرض كانت تتكون فى البداية من مزيج من الحديد والسيليكا ثم انقسمت هذه المواد الى نواة حديدية وغلاف سيليكاتى يحيط بها يطلق عليه اسم الوشاح . وقد اتفقت معظم الدراسات العلمية فى هذا المجال على أن الأرض كانت أثناء فترة التكوين اما ساخنة منذ البداية أو أنها تكون باستمرار ساخنة بسبب الطاقات الحرارية الهائلة الناشئة عن احتواء الأرض لمواد مشعة مثل اليورانيوموالثيريوم والكربون والرصاص وكذلك النظائر المشعة قصيرة العمر التى يطلق عليها اسم النظائر الاليمونية واليودية (١٦) .

ويرى Yoshio أن الأرض تحصل على طاقتها الحرارية من مصدرين أساسين المصدر الأول ويتمثل فى الحرارة المنبعثة من الشمس التى تتسرب إلى الجزء العلوى من الأرض ويعتبر مصدرا من مصادر حرارة باطن الأرض ويعتقد كثير من العلماء أن حرارة باطن الأرض ناتجة عن النشاط الاشعاعى الصادر عن اليورانيوم U ٢٣٥ U ٢٣٨ و Th ٢٣٢ (الثيريوم) والبوتاسيوم K ٤٠ .

ويعتقد البعض الآخر من العلماء أن هناك مصدرا آخر لحرارة باطن الأرض ينتج عن عمليات الفرز الثقيلة للمواد المعدنية فى باطن الأرض [٢٣] .

وهكذا يتبين لنا أن الأرض تمتلك طاقات حرارية هائلة ومتجددة ولكن تقديرات هذه الطاقات تبدو متضاربة اذ يرى بعض العلماء أن حرار الوشاح تبلغ ١٥٠٠ م ويرى البعض الآخر أن حرارة الجزء الخارجى لكوكب الأرض تكاد تبلغ حرارة ذوبان المعادن[٢٢] . وهذه الطاقات الحرارية هى المسئولة عن حدوث الهزات الأرضية بدرجاتها المختلفة كما أنها مسئولة عن كل عمليات التعديل والتشكيل التى تحدث فى التركيب البنائى للقشرة الأرضية . ومن المعروف أن باطن الأرض يحتوى على مواد مختلفة فى خواصها الفيزيوكيميائية سواء تلك المكونات الموجودة فى منطقة المركز أو الموجودة فى الطبقات العليا من الأرض . وقد استطاعت بعض الدراسات الجيوفيزيائية أن تحدد ثلاثة أغلفة رئيسية تمثل طبقات الأرض المختلفة وهذه الأغلفة توجد بينها مناطق انفصال وأشرطة نطاقية أهم مايميزها عن بعضها وجود الأمواج الاهتزازية المستمرة والفجائية التى تحدث بنها .

ثانيا : تركيب القشرة الأرضية والصفائح البنائية :

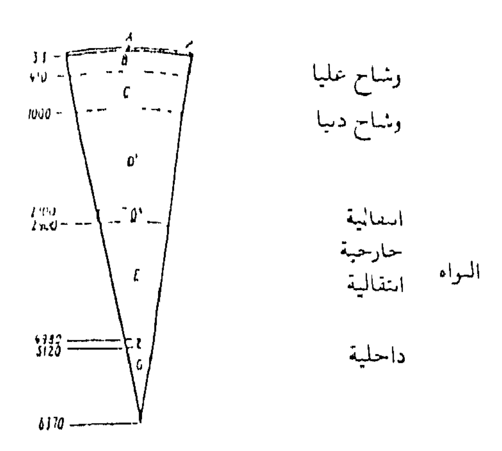
من المعروف أن القشرة الأرضية Earth's Crust تتكون من جزئين أساسيين هما القشرة القارية والقشرة المحيطية ويتراوح سمك القشرة القارية بين ٣٠ إلى ٤٠ كم فى المناطق السهلية وحوالى ٥٠ كم فى المناطق الجبلية (طورس والألب .. الخ) وفى بعض المناطق الجبلية العملاقة يتروح السمك بين ٧٠ كم إلى ٨٠ كم والقشرة الارضية تتكون من ثلاثة طبقات . الطبقة العليا ويتراوح سمكها بين ٢ كم إلى

١٠ كم وتتكون فى الغالب من صخور رسوبية كما تبلغ كثافة الصخور بها ٢ر٢ جم/ سم ٣ وتحدث بها أمواج اهتزازية تترواح فى سرعتها بين ٥ ر إلى ٨ ر١ كم/ث. أما الطبقة الثانية فتتميز بأن صهورها أثكر كثافة من صخور الطبقة العليا اذا تتراوح كثافتها بين ٢ر٤ إلى ٦ر٢ جرام/ سم ٣ وتبلغ سرعة الأمواج الاهتزازية فيها بين ٥ إلى ٢ر٦ كم / ث . أما سمك هذه الطبقة فيتراوح بين ١٠ كم إلى ٢٠ كم وتتكون فى الغالب من صخور الجرانيت والنيس وبعض الصخور المتحولة .

أما الطبقة الثالثة فتتراوح كثافتها الصخرية بين ٨ر٢ إلى ٣ر٣ جرام / سم ٣ كما تتراوح سرعة الأمواج الاهتزازية فيها بين ٦ كم وتعتبر صخور الجابرو والبازلت أهم أنواع الصخور فى هذه الطبقة أما القشرة الأرضية المحيطية فتتميز باختفاء طبقة الجرانيت به وأنها أقل سمكا من القشرة الأرضية الصحراوية القارية [٣] .

ا ـ الوشاح (ستارة الأرض أو معطفها) :

تقع طبقة الوشاح أسفل سطح القشرة الأرضية ويصل عمقها داخل الأرض حتى ٢٩٠٠ كم (شكل رقم ٢) .



شكل رقم (٢) يوضح طبقات الزرض (عن شاهر أغا : ١٩٩٠)

٢ـ النواة :

تقع منطقة النواة فى مركز الأرض تقريبا وتنقسم إلى قسمين أساسيين . قسم خارجى E ويبلغ عمقه فى باطن الارض حتى ٤٩٨٠ كم والقسم الداخلى G ويصل عمقه إلى ٥١٢٠ كم ويعتقد كثير من العلماء بأن النواة تحتوى على نسبة عالية من الحديد والنيكل والكبريت(٣)

ثالثا : الزلازل : اسبابها ومقاييسها :

عرف القاموس الجيولوجى الزلازل Earthquackes بأنها عبارة عن حركات Movements أواهتزازات Tremors أو ذبذبات Vibrations تحدث فى طبقات القشرة الأرضية وتختلف اختلافا بينا فى شدتها وتأثيراتها فبعضها ذات تأثيرات صعيفة يصعب ملاحظتها والبعض الآخر دات تأثيرات قوية ومدمرة . وقد قام Rossi بتقسيم الهزات الأرضية طبقا لشدتها وهذا التقسيم يعرف باسم :

Rossi - Foiel Scale of Seismic Intensity ويشتمل على مايلى :

١ ــ زلازل لايشعر بها سوى المتمرسين Experienced Observers

٢ ــ رلازل يشعر بها نفر قليل من الناس .

٣ ــ زلازل يشعر بها عدد كبير من الناس .

٤ ــ زلازل يمكن ملاحظة شدتها من خلال شعور الناس بحركة غير عادية فى سطح الأرض أو حركة النوافذ وأبواب المنازل وحركة الأثاث وأدوات الاضاءة المعلقة فى الأسقف أو على أسطح الجدران .

٥ ــ زلازل قوية بعض الشئ يفزع منها النائمون

٦ ــ زلازل تتسبب فى تلف بعض العناصر المعمارية التى تتكون منها المبانى .

٧ ــ زلازل تؤدى إلى تصدع عدد كبير من العناصر المعمارية فى تلك المبانى .

٨ ــ زلازل مدمرة تؤدى إلى انتشار الخراب والتدمير فى مساحة شاسعة من سطح الأرض .

ويرى Duckworth أن الزلازل تحدث نتيجة الحركات المفاجئة التى تحدث فى طبقات القشرة الأرضية اذ أن الاجهادات والانفعالات Stresses and Strains المصاحبة دائما لهذه الطبقات هى المسئولة عن نشأة الزلازل . وعندما تصل شدة هذه الاجهادات والانفعالات إلى نقطة حد معين فانه يترتب على ذلك حدوث شروخ وتزحلق فى طبقات القشرة الأرضية وهذه الظواهر تكون بمثابة مقدمة مباشرة لحدوث الزلازل . كما أن الاجهادات والانفعالات المصاحبة لبناء الهضاب والجبال تؤدى إلى حدوث هذه الزلازل [١٨] .

ويضيف Feilden أن سطح الأرض يحتوى على عشرين من الصفائح التكونية المستقلة التى تكون سابحة على طبقات لينة Soft Layers . وهذه الصفائح تكون فى حركة مستمرة بسبب الموجات الاهتزازية والتى يترتب عليها نشاة الزلازل [١٩] .

وقد سبق الاشارة إلى أن باطن الأرض يحتوى على طاقات حرارية هائلة تختلف من طبقة إلى أخرى والتى تتسبب فى تحريك طبقات الأرض فى اتجاهات متباينة كما أنها مسئولة عما يحدث للمكونات المعدنية فى تلك الطبقات من تغييرات فيزيوكيميائية وينتج عن ذلك حدوث تغييرات فى التركيب البنائى للقشرة الأرضية فتارة ترتفع مناطق وتارة تنخفض أخرى وفى مثل هذه الظروف تولد الزلازل .

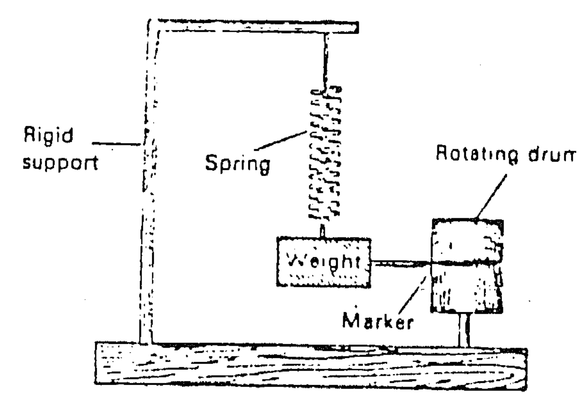
وهناك أسباب أخرى لحدوث الزلازل من بينها التأثيرات الحركية الباطنية والجانبية الموجود فى باطن الأرض والتى كثيرا ماتؤدى إلى ظهور اجهادات وضغوط فى بنية الصفائح الداخلية مما يؤدى إلى تكسرها وظهور صفائح أخرى وفى هذه الاماكن تنشأ الزلازل استجابة لعمليات التشقق والتمزق فى القشرة الأرضية [٣] .

كما تنشأ الزلازل نتيجة حدوث حركة صدم قوية بين طبقات القشرة الأرضية الناشئة عن علميات البنا فى باطن الأرض والتى يتولد عنها طاقات حرارية هائلة . فاذا مانطلقت هذه الطقات من مكمنها فجأة فانها تتحول إلى طاقات حركية والتى تتسبب فى نشأة زلازل قوية وعنيفة .

ومن المعروف أن الشقوق العميقة الموجودة فى القشرة الأرضية تعتبر بمثابة بؤر

للزلازل . وهذه الشقوق تنطلق منها الهزات الزلزالية باستمرار مادامت عمليات التشقق والتصدع مستمرة فى الصخور والصفائح البنائية ويطلق مصطلح Hypocen-ter على بؤرة الزلزال فى باطن الأرض أى المركز العميق للزلازل كما يطلق مصطلح Epicenter على بؤرة الزلزال التى تعلو المركز العميق أو القريبة من سطح الأرض زى المركز السطحى وتكون قوة الزلازل فى المركز السطحى أشد مايمكن لأنه فى الغالب يكون مركز التدمير الأساسى اذا كان الزلزال عنيفا [٣].

ان مجال Magnitude الزلزال يعبر عنه بواسطة مقياس رختر Richter Scale حيث أن هذا المقياس يعبر عن الطاقة المطلقة Absolute Energy أو الطاقة الكلية للزلزال والتى يمكن تسجيلها باستخدام أجهزة Seismograohs أو أجهزة Accele-rometers . أما شدة Intensisty الزلزال فهى تعبر عن تأثير الزلزال فى مكان معلوم ويعبر عن هذه الشدة بواسطة درجات من ١ إلى ١٢ حسب مقياس Meracalli Scale والذى تصنف على أساسه الخسائر ومظاهر التلف المختلفة فى المبانى والتى تخلفت عن الهزات الزلزالية [١٩] (شكل رقم ٣) .



PRINCIPLES OF A SEISMOMETER

شكل رقم (٣) يوضح السيزموجراف الذى تقاس به شدة الزلازل

الزلازل فى مصر :

أثبتت كثير من الدرسات الجيوفيزيائية أن الزلازل التى تقع فى وادى النيل تعتبر من الزلازل الضعيفة (٤٫٥ درجة على مقياس رختر) كما تركزت هذه الزلازل فى ضفتى خليج السويس وساحل البحر الأحمر وشمال سيناء والدلتا والفيوم وكلابشة أما الزلازل القوية (اكثر من ٥ ر٥ بمقياس رختر) فهى تنشأ فى المناطق النشطة زلزاليا وتتمثل هذه المناطق فى ساحل البحر الأبيض المتوسط وخليج السويس وخليج العقبة وشرق الدلتا والقاهرة والعقبة (٩) .

ويمكن تقسيم الزلازل فى مصر من الناحية الجيولوجية إلى ثلاث مجموعات رئيسية هى :

١ ـ زلازل تقع بالقرب من حافة الألواح التكتونية .

٢ ـ زلازل تقع فى داخل الالواح التكنونية .

٣ ـ زلازل بركانية .

وتتميز زلازل النوع الأول بنشاطها وكثرة حدوثها وذلك بسبب الحركة المستمرة فى الالواح التكتونية والتى ينتج عنها تصدع وتشقق الصخور وانزلاقها . أما النوع الثانى فلا يقل نشاطا عن النوع الأول وينشأ فى الغالب فى المناطق المتصدعة داخل الالواح التكونية وينتمى زلزال ١٢ أكتوبر ١٩٩٢ الذى ضرب مدينة القاهرة وبعض المدن المصرية إلى هذه النوعية من الزلازل أما النوع الثالث فينشأ بسبب الثورات البركانية ويتميز بأنه من الأنواع النادرة فى مصر .

وتشير بعض الدلائل التاريخية إلى أن أقوى الزلازل التى وقعت فى مصر تتمثل فى ثلاثة زلازل رئيسية هى زلزال العقبة الذى وقع فى أعوام ١٠٧٢ م و ١٢١٢ م و ١٥٨٨ وكانت شدته تتراوح بين ٨ إلى ٩ درحة بمقياس Mercalli وزلزال الفيوم الذى وقع فى عام ١٣٠٣ م وكذلك زلزال عام ١٨٤٧ م وكانت شدتهما حوالى ٨ بمقياس Mercalli . وقد تسببت هذه الزلازل فى تهدم آلاف المنازل فى وادى النيل ووصلت آثارها الضارة حتى مدينة قوص فى محافظة قنا (٢٧) .

زلزال ١٢ أكتوبر ١٩٩٢ :

في الساعة الثالثة وعشر دقائق بعد الظهر حسب التوقيت المحلى لمدينة القاهرة وقع زلزال قوى فى الثانى عشر من أكتوبر عام ١٩٩٢ ضرب مدينة القاهرة وبعض المدن المصرية بشدة وقد اختلفت الآراء حول شدته فبعض الآراء قدرت شدته بحوالى ٩ ر٥ والبعض الآخر قدرت الشدة بنحو ٦ ر٥ أو ٨ ر٥ حسب مقياس رختر Rich-ter Scale وقد استغرق هذا الزلزال ٥٨ ثانية تقريبا وكان المركز السطحى Epicen-ter لهذا الزلزال فى مدينة كوم الهواء بكفر حميد بالعياط (محافظة الجيزة ، التى تقع على بعد ٣٠ كم جنوب غرب مدينة القاهرة . وكانت طاقته الهائلة تعادل تفجير نحو ٣١٦٠ طنا من مادة ت . ن . ت .[٩] وقد تسبب هذا الزلزال فى موت نحو ٥٤١ من البشر واصابة وتشريد ٦٥٠٠ من الناس الذين فقدوا مساكنهم وأمتعتهم .

أما المركز العميق لهذا الزلزال بؤرة الزلزال Hypocenter فيقع على فالق بعمق ٢٥ كم فى باطن الارض ويمتد هذا الفالق أوالصدع فى اتجاه شرق غرب ويخترق نطاقا سميكا من الصخور الرسوبية التى تعلو الصخور النارية (الجرانيت والجابرو) .

ويرى الدكتور فاروق الباز أن بؤرة هذا الزلزال كانت تقع على الحافة الجنوبية لدلتا قديمة لنهر النيل تعود إلى الحقب الميزوزى منذ نحو ٢٣٠ مليون سنة[٩] .

وقد نشأ هذا الزلزال نتيجة تجدد نشاط الصدع القديم الذى سبق الاشارة اليه وذلك بفعل الاجهاد الافقى الواقع على الصخور فى القشرة الأرضية الذى نشأ بين الوحدات التكتونية الرئيسية فى شمال شرق القارة الافريقية بالاضافة إلى عوامل اخرى محلية أهمها وجود مناطق صغيرة حارة Hot Spots فى ستارة الارض والتى تتسبب فى ارتفاع درجة أكبر من الكتل الصخرية الملاصقة مما يستبب فى نشأة ضغوط افقية فى مواقع دون غيرها داخل باطن الارض[٩] وفى مثل هذه الظروف تولد الزلازل القوية ، ومن المعروف أن غالبية الهزات الارضية القديمة فى منطقة

الشرق الاوسط مرتبطة مباشرة بمجموعتين من الفوالق النشطة وهما مجموعة زاغروس ـ الاناضول الشمالية ومجموعة البحر الميت ـ الاناضول الشرقية [١٠].

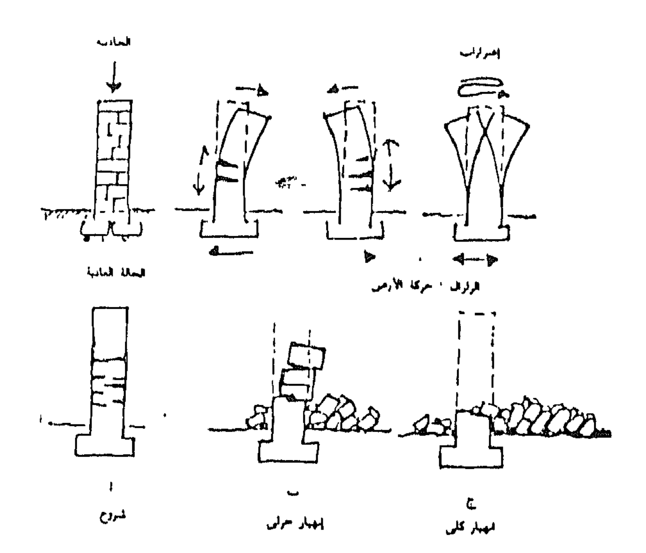
تأثيرات الزلازل على المبانى الأثرية :

كثير من المبانى الأثرية يمكن اليوم رؤيتها ليست لكونها مجرد دلائل أثرية وانسانية متفرقة وانما على أنها رموز لنظام كامل من التدبير البيئى الذى لم يعرف الاستقرار نتيجة تأثرها بعوامل المنظومة البيئية ومن بينها الزلازل [١ ، ٦].

ومن المعروف أن المبانى بوجه عام تكون عرضة باستمرار لتأثير حركات الجاذبية الارضية وهى عبارة عن حركات رأسية Vertical Movements ثابتة المعدل وقد صممت كثير من المبانى الحديثة لتقاوم تأثير الجاذبية بحيث لايترتب عليها سوى قوى الضغط على الحوائط والاكتاف والاعمدة وقوى الانحناء التى تتمركز على الاعتاب والكمرات والكوابيل وهذه القوى لاتشكل خطورة بالغة على هذه العناصر المعمارية.

وعند تعرض هذه المبانى للزلازل فانها تتعرض لحركات واهتزازات فجائية غير منتظمة وتتميز بتغير معدلاتها وشدتها عدة مرات فى الثانية الواحدة مما يؤدى إلى تعرض كثير من العناصر المعمارية للانفصال عن بعضها أو تصدعها كليا أو جزئيا .

* ولاشك أن التأثيرات الافقية للاهتزازات الزلزالية هى التى تشكل خطورة بالغة على تلك العناصر لانها تعرضها لقوى أفقية لاتستطيع تحملها كما أن تأثيرات التحركات الرأسية تقلل أو تلغى تأثير الجاذبية وقوى الضغط التى تدعم ارتباط هذه المبانى بالتربة التى أقيمت فوقها [١]. وفى مثل هذه الظروف تولد التأثيرات المدمرة لقوى الشد التى ينتج عنها أضرار متفاوتة الخطورة مثل ظهور شروخ فى الجدران تتميز باختلاف عمقها أو تعرض العناصر المعمارية للانفصال والتصدع أو الانهيار الكامل (شكل رقم ٤) .



شكل رقم (٤) يوضح الحالات المختلفة للحدران التى تأثرت بالزلازل (عن بيشار ١٩٩٠)

أما المبانى الأثرية فان معظمها لايتحمل التأثيرات الناتجة عن الاهتزازات الزلزالية لعدة أسباب منها :

١ ـ أن هذه المبانى لم تصمم عناصرها المعمارية لكى تقاوم الاهتزازات الزلزالية .

٢ ـ أن المبانى الأثرية شيدت من مواد بناء مختلفة فى خواصها الفيزيوكيميائية وبالتالى فان تلك المواد تختلف فى درجة تأثرها بالهزات الأرضية الأمر الذى ينشأ عنه أضرار بالغة فى مواد البناء الضعيفة وأضرار متفاوتة فى بعض المواد الأخرى .

٣ ـ أن المبانى الأثرية تعرضت طوال فترات التاريخ التى مرت بها للعديد من العوامل والقوى المتلفة التى تسببت فى تلف مواد البناء المستخدمة فيها التى تحولت بمرور الوقت إلى مواد فاقدة للقوى الميكانيكية ولهذا السبب لاتستطيع تحمل الاهتزازات الزلزالية .

٤ ـ إن المبانى الأثرية تعرضت للعديد من الهزات الأرضية التى تسببت فى انفصال الجدران عن بعضها وتصدعها كليا أو جزئيا وظهور الشقوق والشروخ فى كثير من العناصر المعمارية .

إن تحليل سلوك المبانى الأثرية التى تتعرض للزلازل أثبت أن قدرة هذه المبانى على مقاومة الاهتزازات الزلزالية Seismic Resistance تتوقف على عدة اعتبارات أهمها مايلى :(٢٧).

١ ـ نوعية المبنى The quality of masonry .

٢ ـ مدى ارتباط وتماسك الجدران والاسقف مع غيرها من العناصر المعمارية ..

The connection between the walls and roofs with the other architectural elements .

٣ ـ النظام الانشائى للمبنى Structural Layout من حيث التوزيع الانشائى للجدران وغيرها من العناصر المعمارية .

ولاشك أن هناك العديد من العوامل التى يعتد بها فى تحديد مواطن الضعف والقوة فى المبانى الأثرية التى تتعرض للزلازل وتتمثل هذه العوامل فى شكل المبنى وخصائصة الانشائية .

فعلى سبيل المثال نجد أن المبانى مربعة الشكل أومستديرة الشكل تكون متساوية فى قدرتها على مقاومة ما يقع عليها من اجهادات وضغوط من أى اتجاه أما المبانى الأثرية مستطيلة الشكل فتكون قادرة على مقاومة الاجهادات والأحمال فى الاتجاه الطولى Longer Dimension .

أما المبانى E. Shaped , H. Shaped , T. Shaped, L. Shaped فانها تختلف قدرتها على تحمل مايقع على عناصرها المعمارية من اجهادات واحمال فى جميع الاتجاهات كما أن هذه المبانى تتميز بتمركز الضغوط الاجهادات عند أركانها .

ولاشك أن المبانى التى تتميز باحتوائها على عناصر معمارية كثيرة التفاصيل

وعدم انتظام أشكالها وتعدد مواد البناء المستخدمة فيها فانها تعتبر من المبانى التى يصعب دراستها وتحليل مشاكلها فضلا عن أنها تعتبر اكثر أنواع المبانى تأثرا بالهزات الزلزالية لعدم تجانسها وقلة تماسك عناصرها المعمارية .

ومن المعروف أن المنشآت الأثرية الاسلامية بالقاهرة تندرج تحت هذه المجموعة من المبانى التى تتميز بكثرة عناصرها المعمارية والزخرفية وتعدد مواد البناء المستخدمة فيها . من أحجار رسوبية ومتحولة ونارية فضلا عن استخدام العديد من المونات والاخشاب كمواد بناء . ولاشك أنها مواد تتميز باختلاف خصائصها الفيزيوكيميائية .

وقد اتفق الباحثون على تقسيم المبانى الاثرية التى ضربتها الزلازل إلى أربعة أنواع حسب درجات التلف بها وذلك على النحو التالى : (١)

١ ـ مبانى أثرية بها مظاهر تلف طفيفة وليست خطيرة .

٢ ـ مبانى أثرية بها انهيار جزئى وشروخ فى عناصرها المعمارية .

٣ ـ مبانى أثرية بها تصدعات وشروح خطيرة .

٤ ـ مبانى أثرية دمرت تماما وتساوى بالأرض .

كما أن الخبراء الذين اجتمعوا لتقدير أضرار زلزال مدينة البلقان والجبل الأسود بيوغوسلافيا عام ١٩٧٩ قاموا بتقسيم المبانى الأثرية حسب مظاهر التلف الناشئة عن الزلازل على النحو الآتى :

١ ـ مبانى صالحة للاستخدام :

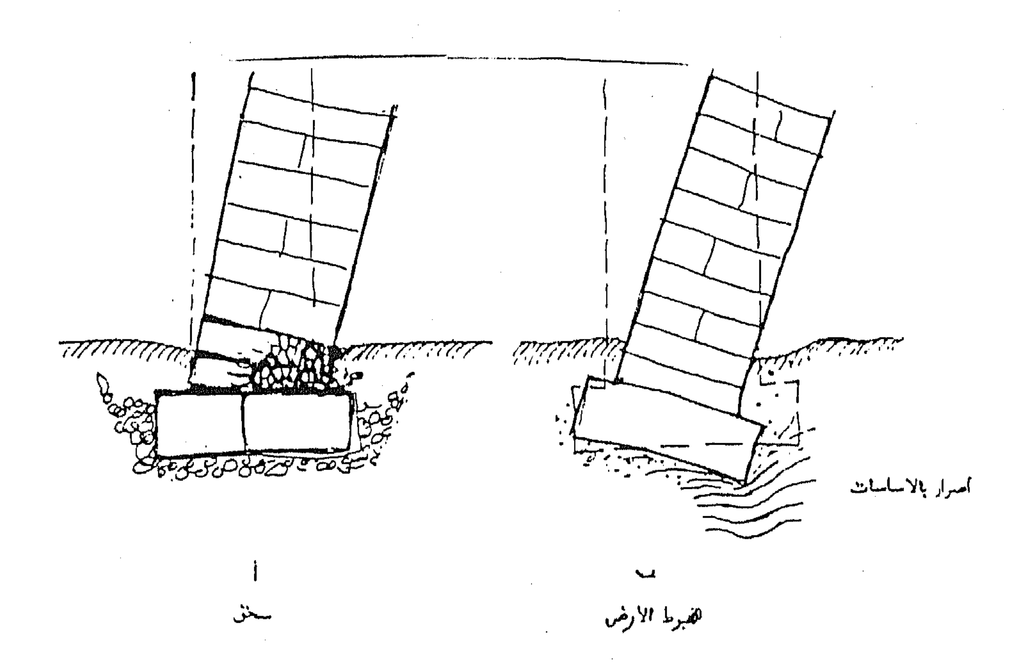
تندرج تحت هذه المجموعة المبانى التى مازالت محتفظة بكثير من عناصرها المعمارية فى حالة جيدة ولا يوجد بها مظاهر تلف خطيرة سوى شروخ دقيقة فى طبقة الشيد ولا تشكل خطورة على تلك العناصر .

٢ ـ مبانى غير صالحة للاستخدام مؤقتا :

وهى تلك المبانى التى فقدت عناصرها المعمارية قدرا كبيرا من اتزانها بسبب تأثرها بالزلزال وتحتاج إلى تدعيم وتقوية قبل اعادة استخدامها ومن أهم مظاهر التلف بها وجود تهدم به لأجزاء من الجدران وشروخ فى البعض الآخر .

٣ـ مبانى لايمكن استخدامها قبل اجراء الاصلاحات الانشائية :

وهى تلك المبانى التى حدثت بها مظاهر تلف خطيرة فى عناصرها المعمارية بسبب تعرضها للهزات الارضية العنيفة ومن أهم مظاهر تلف هذه المبانى وجود انفصال متسع بين الجدران وتهدم بعض العناصر المعمارية ووجود شروخ فى الأسقف وهبوط فى الأرضيات وتكسر فى الأعمدة والدعامات (شكل رقم ٥) .



شكل رقم (٥) يوضح مظاهر الهبوط فى الأرضيات وتكسر فى الأعمدة والدعامات (عن بيشار ١٩٩٠)

تأثير زلزال ١٢ أكتوبر ١٩٩٢ على المبانى الأثرية الاسلامية بالقاهرة .

يعتبر التراث المعمارى الاسلامى لمدينة القاهرة تراثا انسانيا عريقا ويحتل مكانة مرموقة فى قائمة التراث التى أعدتها هيئة اليونسكو لتضم تراث سبعين دولة لأن مدينة القاهرة تعتبر أفضل مدن العالم بتراثها الذى يتميز بتكامل عناصره المعمارية والزخرفية

وتنوع وظائفه اذا ماقورن بأى تراث آخر وهو فى نفس الوقت يعكس القيم الثقافية والتاريخية للعالم الاسلامى فى العصور الوسطى كما أن مدينة القاهرة تبدو من خلال هذا التراث مدينة الرخاء والثراء والقوة السياسية .

ولا شك أن كثيرا من المبانى الاثرية الاسلامية بالقاهرة قد اضيرت بدرجات متفاوتة من جراء زلزال اكتوبر ١٩٩٢ وخاصة تلك المبانى الموجودة فى شارع المعز بدءا من باب الفتوح وحتى شارع الازهر وكذلك المبانى الموجودة فى شارع الغورية وشارع المغربلين وشارع الخيامية وحتى باب زويلة . وقد ذكرت احصائيات هيئة الآثار المصرية فى ذلك الوقت أن حوالى ١٥٠ مبنى أثريا قد تعرضت للتلف من جراء هذا الزلزال . وأخطر مظاهر التلف وجدت فى مسجد قجماس الحاجب ومنزل على كتخدا ومدرسة ومسجد السلطان الغورى ومدرسة اينال اليوسفى ومسجد السلحدار وقاعة العدل بالقلعة ... الخ .

إن مظاهر التلف فى المنشآت الاثرية تتوقف حدتها وخطورتها على مدى قدرة هذه المنشآت على مقاومة الاهتزازات الزلزالية (١١) . وعلى هذا الاساس فقد تفاوتت هذه المظاهر المتلفة فى المنشآت الأثرية الاسلامية بالقاهرة . ويمكن تقسيم هذه المظاهر طبقا لخطورتها على النحو التالى :

أولا : مظاهر تلف ليست خطيرة جدا :

هذا النوع من المظاهر لايشكل خطورة بالغة على المبنى الأثرى ولكن لابد من دراسة اسبابها واتخاذ الخطوات اللازمة لعلاجها حتى لا تتسبب فى مزيد من التلف فى الحاضر أو المستقبل ومن أهم هذه المظاهر مايلى :

أ ـ تلف المونة الموجودة بين بعض كتل الأحجار أو الطوب الاحمر المستخدم فى تشييد المبنى الاثرى نتيجة فقدان هذه المونة لخاصية التماسك حيث تحولت إلى مونة هشة بمرور الوقت نتيجة تفاعلها مع عوامل وقوى التلف المختلفة أو بسبب تعرضها للاهتزازات والحركات غير القوية .

ب ـ تقشر وتشقق بعض كتل الاحجار بسبب ميكانيكية التجوية .

جـ ـ تزحزح بعض كتل الاحجار الجديدة التى أضيفت إلى جدران المبنى الاثرى خلال أعمال الترميم السابقة بسبب ضعف هذه الاحجار وعدم تماسك حبيباتها المعدنية .

د ـ تلف بعض كتل الاحجار الجيرية بسبب عوامل التلف الفيزيوكيميائية مثل التلوث الجوى والمياه الأرضية .

هـ ـ وجود شروخ غير عميقة فى بعض الجدران السميكة .

و ـ وجود انفصال غير متسع عند مناطق اتصال الجدران مع بعضها أوالجدران مع الأسقف .

ثانيا : مظاهر تلف خطيرة :

من المعروف أن هذا النوع من المظاهر يهدد العناصر المعمارية بالتصدع مالم تعالج علاجا علميا سليما وتتمثل هذه المظاهر فيما يلى :

أ ـ تلف مواد البناء الموجودة بين أحجار العقود والقباب تلفا شديدا .

ب ـ شروخ رأسية عميقة فى كتل الأحجار المستخدمة فى الأعتاب والصنج .

جـ ـ وجود شروخ رأسية عميقة تمتد فى مداميك الأحجار من أعلى الجدران إلى أسفلها .

د ـ وجود شروخ نشطة Active Cracks عند الأركان العلوية للجدران .

هـ ـ وجود شروخ عميقة فى العناصر المعمارية مستديرة أو أسطوانية الشكل مثل الأعمدة الحاملة للأسف أو القباب .

ثالثا : مظاهر تلف خطيرة جدا :

يعتبر هذا النوع من أخطر المظاهر المتلفة التى تتسبب فى تصدع العناصر المعمارية جزئيا أو كليا وتتمثل هذه المظاهر فيما يلى :

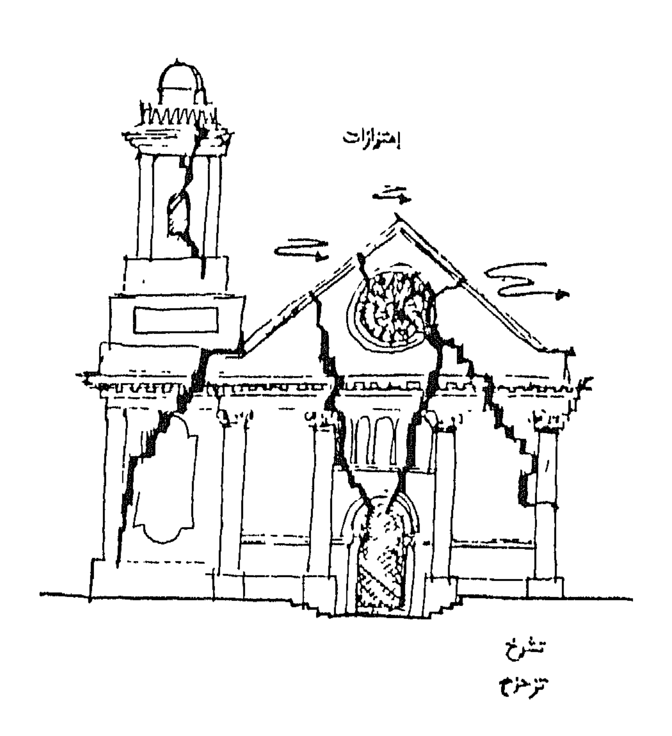
أ ـ وجود شروخ عميقة فى القباب والعقود والمآذن ممتدة رأسيا وأفقيا .

ب ـ وجود هبوط أو تزحلق فى مداميك الحجر أوالطوب المستخدم فى الجدران .

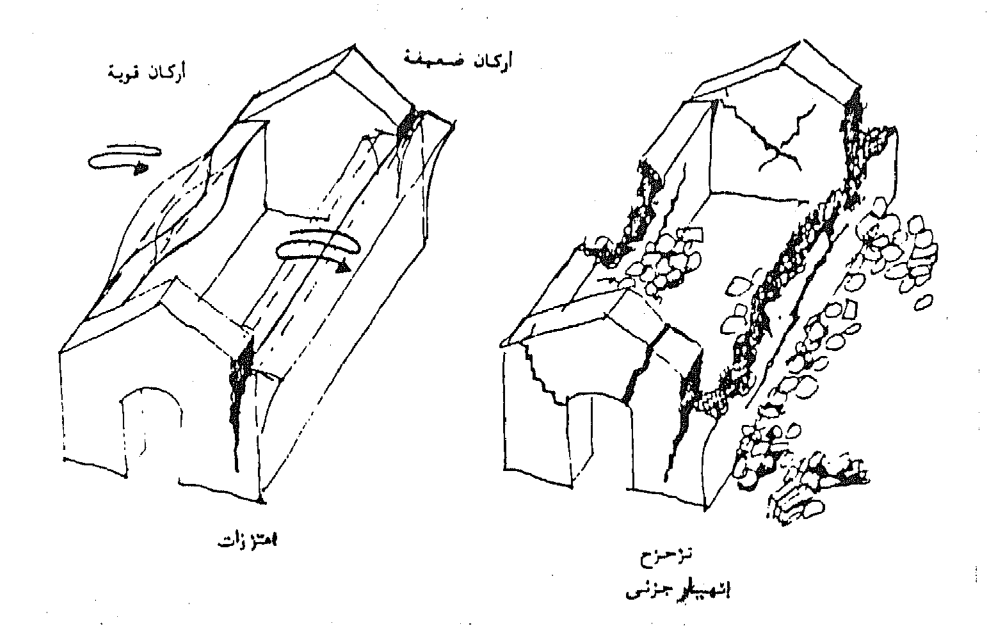
ت ـ هبوط مداميك الحجر عند أركان الجدران .

ث ـ انفصال الجدران عن بعضها عند الأركان وانفصال الجدران عن الأسقف نتيجة هبوط مستوى التربة التى أقيم فوقها المنشأ الأثرى .

عند تعرض المبنى الأثرى للهزات الأرضية غالبا مايهتز المبنى ككل ولكن عند تعرضه للهزات الارضية العنيفة فان كل عنصر معمارى من عناصره يتأثر بطريقة مختلفة عن غيره من العناصر وفى الحالات القصوى كل حجر وكل مادة مونة أو بناء تتأثر بطريقة مستقلة وهذا يتوقف على خواصها حيث تتسبب قوى الشد التى تنشأ فى مثل هذه الظروف فى حدوث شروخ خطيرة فى تلك العناصر المعمارية (شكل رقم ٦) وتزحزح أو أنهيار فى الحالات شديدة الخطورة[١] . (شكل رقم ٧) .



شكل رقم (٦) يوضح ظهور شروخ خطيرة فى العناصر المعمارية (عن بيشار ١٩٩٠)

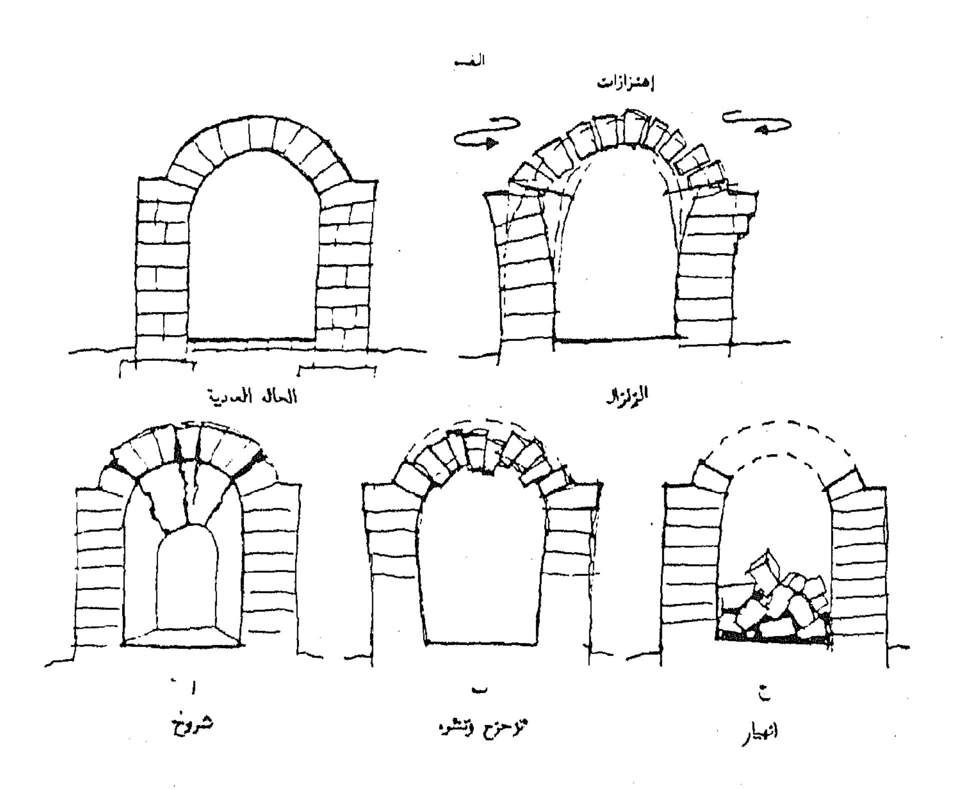


شكل رقم (٧) يوضح تزحزح بعض مداميك الجدران وحدوث انهيار فى البعض الآخر (عن بيشار ١٩٩٠)

وتعتبر القباب والمآذن والجدران والأرضيات من أهم العناصر المعمارية التى تأثرت بالهزات الارضية والتى يمكن الاشارة إلى أهم مظاهر التلف بها على النحو التالى :

أ ـ القباب والمآذن :

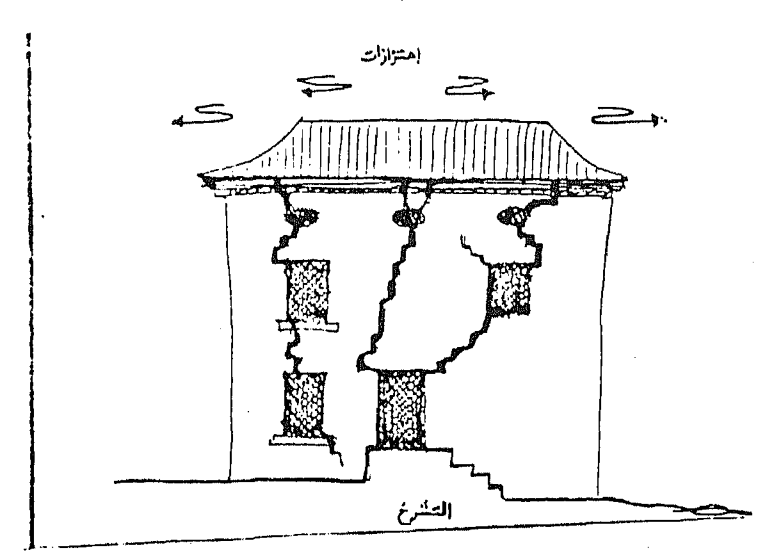
تتأثر الجدران الحاملة للقباب والمآذن بالهزات الزلزالية بدرجات متفاوتة حسب قوى الزلزال وفى الحالة التى تتأرجح فيها الجدران جهة اليمين أو جهة اليسار ففى مثل هذه الظروف تفتقد الجدران والقباب والمآذن قوى الضغط التى تربط بينهم وينتج عن ذلك شروخ طولية فى الجدران (أ ، ب) وانبعاج فى القباب واختلال فى اتزان المآذن أو انهيارها (ح) (شكل رقم ٨) .



شكل رقم (٨) يوضح الشروخ المختلفة الموجودة فى الجدران الحاملة للعقود والقباب (عن بيشار ١٩٩٠)

الجدران :

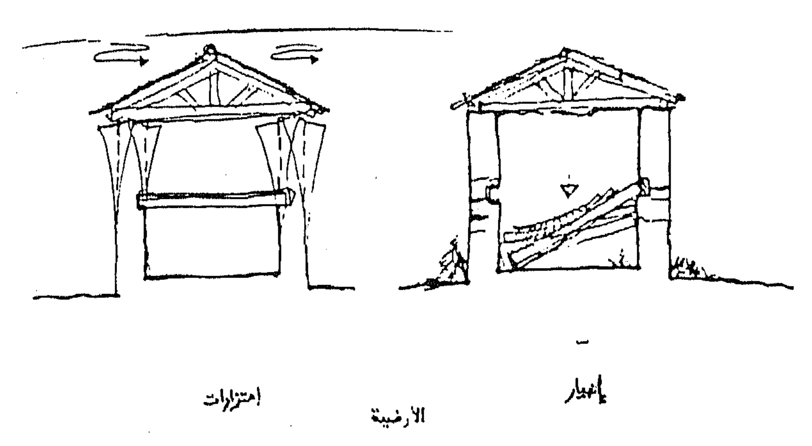
لاشك أن جدران المبانى الأثرية تتأثر بالهزات الزلزالية بدرجات متفاوتة طبقا لشدة الزلزال وما تتمتع به مواد البناء من خصائص فيزيوكيميائية . وأحيانا تهز الجدران جزئيا وأحيانا تهز اهتزازا كليا وتعتبر الفتحات والنوافذ الموجودة في الجدران من مناطق الضعف حيث تنشأ بها شروخ متعددة (شكل رقم ٩) .



شكل رقم (٩) يوضح أهم الشروخ فى الجدران والفتحات والنوافذ (عن بيشار ١٩٩٠)

الأرضيات والأساسات :

عند تعرض المبانى الأثرية للاهتزازات الزلزالية القوية غالبا مايحدث هبوط فى أرضيات تلك المنشآت وخاصة عندما لاتكون الكمرات والأعمدة والدعامات مثبتة جيدا فى تلك الأرضيات ففى مثل هذه الظروف يحدث انفصال بين الارضيات والكمرات والاعمة والدعامات الأمر الذى يؤدى إلى تعرض العناصر المعمارية كالعقود والأسقف والقباب للانهيار الكلى أو التصدع الجزئى (شكل رقم ١٠).



شكل رقم (١٠) يوضح يوضح تأثر أساسات المبانى الآثرية بالزلازل وتحطم الكمرات (عن بيشار ١٩٩٠)

كما تتأثر أساسات المبانى الأثرية بالهزات الزلزالية القوية ويمكن التعرف على مدى الأضرار التى حدثت للأساسات من خلال الميل الذى حدث للجدران والأعمدة بدء من أقصى ارتفاع لها وحتى قواعدها نتيجة هبوط الأرضيات .

كما تعتبر الشروخ الموجودة فى الطوابق السفلية من المبانى الأثرية والتى نشأت بفعل الزلازل من أهم الدلائل على تلف أساسات تلك المبانى .

وقد اتفق الباحثون على أن دراسة الشروخ المختلفة ومسبباتها تعتبر من أهم الدراسات التى تفيد فى تحليل سلوك المبانى الأثرية وعناصرها المعمارية ومدى تأثرها بالهزات الزلزالية ويمكن تقسيم هذه الشروخ على النحو الآتى طبقا لاشكالها وخطورتها .

١ ـ شروخ دقيقة (شعرية) :

وهذا النوع من الشروخ يوجد فى طبقة الشيد Plaster أو الملاط التى تغطى أسطح الجدران وهى تعتبر من الشروخ السطحية التى لا تمثل خطورة بالغة على العناصر المعمارية ويعبر وجودها عن تطور الاجهادات الرئيسية على بعض العناصر المعمارية .

٢ ـ شروخ عرضية :

يوجد هذا النوع من الشروخ فى عرض الجدران ووجودها يعبر عن تزحزح الأحجار ومواد البناء المستخدمة فى هذه الجدران وعندما تظهر فى جانب من الجدران فانها غالبا ماتكون ناشئة عن نشأة قوى الانحناء والتى ظهرت فى مثل هذه الظروف نتيجة تعرض المبنى للاهتزازات الزلزالية أما وجود هذه الشروخ على جانبى الجدران فهذا يعد اشارة واضحة على حدوث ظاهرة التزحزح التى سبق الاشارة اليها .

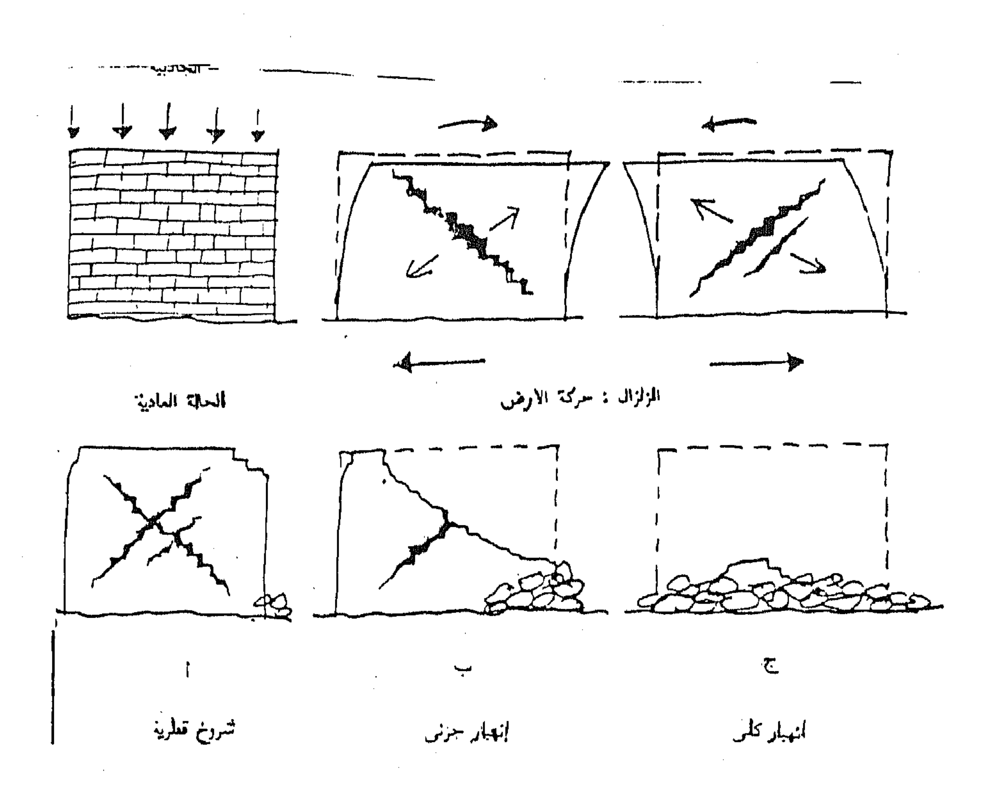
٣ ـ شروخ عميقة :

يظهر هذا النوع من الشروخ فى المبانى التى تتعرض للزلازل أو التفجيرات المختلفة أو تتعرض لتذبذب مستوى المياه فى التربة التى شيدت فوقها . وهذه الشروخ تعتبر من أهم الدلائل على أن العناصر المعمارية التى يتكون منها المبنى معرضة

للتصدع أو الانهيار الجزئى أوالكلى لأن هذه الشروخ غالبا مايصاحبها حدوث تهدم فى بعض أجزاء الجدران .

٤ ـ شروخ عرضية مفتوحة :

يعتبر هذا النوع من الشروخ من الشروخ الخطير التى تكاد تشق بعض العناصر المعمارية كلية وتتسبب فى زحزحة أو تزحلق مداميك الحجر أوالطوب المستخدمة فى البناء (شكل رقم ١١) .



شكل رقم (١١) يوضح يوضح أهم الشروخ التى تنشأ فى المبانى الأثرية التى تتعرض للزلازل (عن بيشار ١٩٩٠)

ولاشك أن هذه الشروخ قد ظهرت فى معظم العناصر المعمارية التى تتكون منها المبانى الأثرية الاسلامية عقب تعرضها لزلزال اكتوبر ١٩٩٢ .

تشخيص مظاهر التلف بالطريق العلمية :

يستعين المتخصصون فى ترميم وصيانة المبانى الأثرية بالعديد من الوسائل والأجهزة العلمية الحديثة التى تعينهم على تحديد خطورة التلف وأسبابه فى المبانى التى تأثرت بالهزات الزلزالية وذلك على النحو التالى :

١ ـ فحص طبقات التربة التى أقيمت فوقها المنشآت الأثرية بقصد التعرف على هذه الطبقات وماحدث لها من هبوط نتيجة تأثرها بالموجات الزلزالية وكذلك تحديد المكونات العضوية وغير العضوية الموجودة فى هذه الطبقات ومدى تأثرها بعوامل التلف الموجودة فى التربة . كما يهتم هؤلاء المتخصصون بدراسة مستوى المحتوى المائى Water Table داخل التربة وما يتميز به من تذبذب . وهذا النوع من التحاليل العلمية والفحوصات الهندسية يعرف باسم المسح الجيوتقنى Geotechnical Survey .

٢ ـ اجراء تحليل فيزيوكيميائى وميكانيكى لعينات من الأحجار والاخشاب والطوب والمونات المستخدمة كمواد بناء بقصد تحديد خصائصها الفيزيوكيميائية وماحدث لها من تغير فيزيوكيميائى نتيجة تأثرها بعوامل وقوى التلف الفيزيوكيميائية والبيولوجيةوذلك للوقوف على مدى قدرة Durability هذه المواد على مقاومة عوامل التلف فى الحاضر والمستقبل .

٣ ـ اجراء تسجيل ومسح هندسى للشقوق والشروخ الموجودة فى العناصر المعمارية والزخرفية (الحجرية والجصية والخشبية) ومسح مظاهر التشوهات المختلفة الموجودة فى النظام الانشائى للمبنى لتحديد خطورة هذه المظاهر المتلفة .

ولكى يتمكن المتخصصون من تنفيذ الخطوات السابقة فانهم يستعينون بمجموعة من الاجهزة العلمية والنماذج الرياضية ومن أهمها مايلى :

١ ـ استخدام الحاسب الآلى Monitoring System فى دراسة حالة الترب ومظاهر التلف المختلفة الموجودة فى العناصر المعمارية والتأكد من ثباتها أو حركتها لأى سبب من الأسباب التى تؤدى إلى تحرك هذه العناصر وعدم اتزانها مع التربة .

٢ ـ استخدام النماذج الرياضية Mathematical Models فى تحديد الخصائص

الانشائية للمبنى فى الحالة الراهنة من أجل التعرف على مستويات الآمان الفعلية ومناطق الضعف فى العناصر المعمارية .

٣ ـ استخدام الموجات فوق الصوتية Ultra Sonic فى التعرف على حالة الجدران وغيرها من العناصر المعمارية والكشف عما بها من شروخ وشقوق أو تشوهات .

٤ ـ استخدام التحليل الاندوسكوبى Endosco Analysis فى التعرف على حالة الجدران وغيرها من العناصر المعمارية وذلك بعمق يتراوح بين ٥ ر١ م إلى ٥ ر٢ م .

مامن شك فى أن الخطوات العلمية التحليلية التى سبق الاشارة اليها تلعب دورا هاما فى تحديد خطورة مظاهر التلف التى ترتب على الهزات الزلزالية لذا فان نتائج التحاليل تعين المتخصصين فى اختيار وسائل العلاج المناسبة لكل مظهر من مظاهر التلف .

ويؤكد Cıoci على ضرورة دراسة تأثير البيئة المحيطة بالمبنى الاثرى قبل اتخاذ أية خطوة من خطوات العلاج كما يؤكد على ضرورة تقدير الوضع الراهن لكل العناصر المعمارية التى يتكون منها المبنى الأثرى باستخدام الطرق العلمية المتبعة فى هذا الشأن وضرورة الاستفادة من المصادر التاريخية التى أشارت إلى الهزات الزلزالية التى حدثت فى الماضى ومدى تأثر المبانى الأثرية بها .[١٧]

أساليب العلاج والصيانة :

من المعروف أن المبانى الأثرية التى تعرضت للهزات الزلزالية تخضع لأعمال الترميم المعمارى فى المقام الأول وذلك من أجل ترميم الشروخ والشقوق والتصدعات وهبوط التربة وكل مظاهر التلف التى نشأت فى العناصر المعمارية نتيجة الهزات الزلزالية ثم تنتقل عمليات العلاج إلى مرحلة أخرى تظل قادرة على مقاومة عوامل وقوى التلف فى الحاضر والمستقبل . كمايقوم المرممون المتخصصون فى مجالات الترميم الدقيق باختيار موادالبناء الجديدة المناسبة التى تحتاجها أعمال استكمال الأجزاء النقاصة فى العناصر المعمارية التى فقدت بعض مواد بنائها نتيجة الهزات الزلزالية .

ولاشك أن أعمال الترميم المعمارى تبدأ بصلب وتأمين العناصر المعمارية التى تأثرت بالهزات الزلزالية حتى لا تتعرض لمزيد من التلف والتصدع أثناء عمليات الترميم والصيانة . ثم جرى بعد ذلك عمليات علاج وتثبيت التربة التى اقيمت فوقها المنشآت الأثرية .

علاج وتثبيت التربة :

من المعروف أن التربة تعتبر جزءا لا يتجزأ من المنشا الاثرى بل هى أهم أجزائه التى تتحمل مايقع عليها من ضغوط وأحمال وان لم تكن قادرة على ذلك فانها تصبح مصدرا من مصادر التلف لهذا المنشأ (٧) .

ولاشك أن اتزان التربة وقدرتها على تحمل ضغوط وأحمال المنشآت التى تقع فوقها تتوقف على طبيعة مكونات التربة وخصائصها الفيزيوكيميائية ودرجة تماسك طبقات التربة فضلا عن مقدار ماتحتويه مسامها من مياه أرضية . كما تتوقف كمية المياه التى تمتصها التربة من مصادرها المختلفة على نوعية . معادن الطفلة التى تدخل فى تكوين التربة حيث أن هذه المعادن لها القدرة على امتصاص المياه أو فقدها فى سهولة ويسر لأنها معادن هيجروسكوبية Hygroscopic Minerals .

ولقد أثبتت الدراسات العلمية أن المنشآت الأثرية بمدينة القاهرة فى شتى مواقعها قد أقيمت فوق تربة منقولة Transported - Soil وهذا النوع من التربة يتميز بعدم تجانس مكوناته المعدنية واختلاف سمك الطبقات لأنها تربة تكونت من الترسيبات المعدنية التى تفتت من هضابا الحبشة بفعل مياه الأمطار وحملتها مياه نهر النيل إلى مصر أثناء موسم الفيضان .

وقد أوضحت قطاعات التربة التى أجريت فى كثير من المواقع الأثرية أنها تتكون من المواد المعدنية والطبقات الآتية :

١ ــ طبقة من الطفلة مختلطة بقطع من الحجر الجيرى والبازلت والطوب الاحمر ويتراوح سمكها فى الغالب بين ٣ إلى ٤ متر .

٢ ــ طبقة طفيلة مختلطة بالرمال يتراوح سمكها بين ١ متر إلى ٢ متر .

٣ ـ طبقة من الرمال مختلفة ذات الحجم مختلطة بالطمى النيلى وقطع من الحجر الجيرى .

ونظرا لعدم تجانس حبيبات التربة وعدم تماسك طبقاتها فقد تأثرت هذه التربة بعوامل التلف المختلفة مثل المياه الارضية والهزات الزلزالية وحدث لها هبوط خطير فى كثير من المواقع الاثرية بالقاهرة . ولاشك أن هناك العديد من طرق العلاج التى تتبع فى تثبيت التربة وتقوية مكوناتها وطبقاتها واعادة الاتزان المفقود اليها ومن أهم هذه الطرق مايلى :

١ ـ التربة التى تحتوى على نسبة عالية من المعادن الطفلية تحقن عدة مرات بماء الجير Calcium Hydroxide المختلط بالرماد الناشئ عن احتراق المواد العضوية المختلطة بالمواد السيليكاتية حيث أن هذا المخلوط يؤدى إلى تكوين سيليكات الكالسيوم بين حبيبات التربة فيزيد من تماسكها وقدرتها الميكانيكية .

٢ ـ تحقن التربة بالاسمنت البور تلاندى الخالى من الاملاح والمخلوط بالراتنجات الصناعية المناسبة كما يمكن حقن التربة بمخلوط مكون من صلصال البنتونيت أو المعلقات التى تساعد على سد الفراغات البيئية الموجودة بين حبيبات التربة أو الفتات الصخرى الموجود فى بعض طبقات التربة .

٣ ـ يمكن حقن التربة بالراتنجات الصناعية المناسبة المخلوطة بالمواد البترولية (البيتومين) واكريلات الكالسيوم والبلمرات ذات القدرة العالية فى تماسك حبيبات التربة (٥).

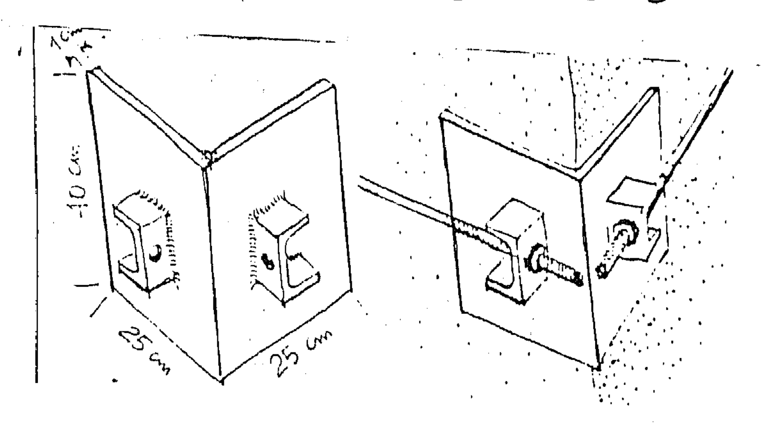
ومن أهم الطرق الحديثة المتبعة فى حقن التربة استخدام الراتنجات السيليكونية الحديثة الطاردة للماء Water Repellents ضمن المواد التى تستخدم فى حقن طبقات التربة وخاصة التربة التى تتعرض لتسرب المياه الأرضية اذ أن هذه النوعية من الراتنجات تغلف الحبيبات المعدنية التى تتكون منها التربة . بطبقة رقيقة طاردة للماء . وغالبا ماتستخدم هذه الراتنجات مع مخلوط مكون من نوعين من الرمال التى تتميز بصغر حجم حبيباتها بالاضافة إلى الاسمنت الذى يخلو من الاملاح(٢٨) .

علاج الشروخ :

من المعروف أن الشروخ والتشققات المختلفة الموجودة فى العناصر المعمارية التى يتكون منها المنشأ الأثرى تعتبر دليلا ماديا قويا على أن هذه العناصر قد حدث بهاتزحزح وعدم اتزان ومن هنا فان هذه العناصر تعتبر فى حالة وسط بين الحالة الراهنة المؤقتة وحالة التصدع الجزئى أوالكلى المتوقعة . لذلك فان علاج هذه الشروخ والتشققات يعتبر أهم مراحل العلاج من أجل الحفاظ على العناصر المعمارية واتزانها.

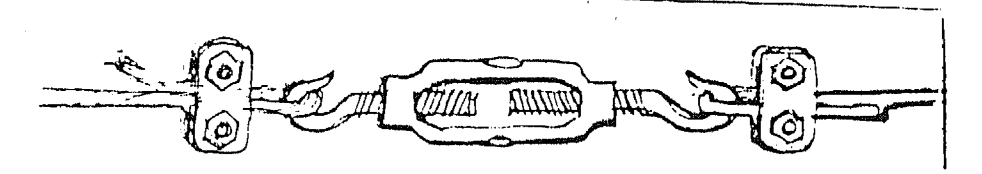
وتتوقف عمليات علاج الشروخ والتشققات على مدى عمقها واتساعها داخل العناصر المعمارية ومدى خطورتها على تلك العناصر . فاذا كانت هذه الشروخ والتشققات لاتشكل خطورة بالغة على تلك العناصر فيكتفى بملئها بالمونات المناسبة وخاصة مونة الجبس والرمل والكاولين المخلوطة بالراتنجات الصناعية الصالحة للاستخدام فى مثل هذه الأغراض .

أما الشروخ والتشققات التى تتميز باتساعها وعمقها داخل الجدران فلابد من اجراء عمليات ربط وتخريم لتلك الجدران باستخدام أحزمة معدنية معدة لهذا الغرض تلف حول الجدران من الخارج وتوضع فى المستويات التى وصلت إلى مرحلة خطيرة من التلف وخاصة فى المستويات العلوية للجدران وبداية استدارة القباب ومستويات الطبقات العليا التى تتكون منها المبانى الأثرية (شكل رقم ١٢) .



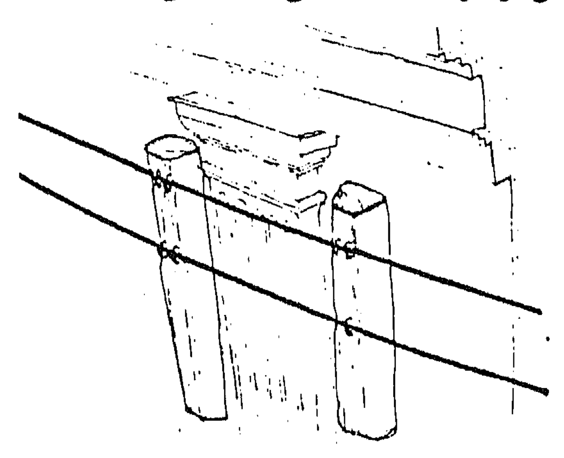
شكل رقم (١٢) يوضح طرق تحزيم الشروخ الموجودة فى جدران المبانى الأثرية (عن بيشار ١٩٩٠)

ويراعى أن تكون الاحزمة المعدنية أوالسيور المستخدمة فى هذه الغرض مصنوعة من الحديد الصلب الذى يتميز بمرونته العالية حتى يتمكن من امتصاص الذبذبات والهزات الأرضية . وقد ذكر كثير من الخبراء أن من أهم عيوب هذه السيور المعدنية أنهاتسمح فى بداية استخدامها بتطور قوى الشد فى العناصر المعمارية وفتح الشقوق بها مع تمديد هذه السيور . لذا لابد أن تكون هذه السيور صنعت بطريق خاصة كى تكون سابقة الاجهاد ويمكن تحقيق هذا الغرض بوضح أداة لشد هذه السيور (زرجينة) أو عن طريق لولبة أطراف هذه السيور وشدها بصواميل فى زوايا مصنوعة خصيصا لهذا الغرض حتى تعطى ارتكازا جيدا على اسطح المبانى وشد دقيق على كل واجهاتها[١] (شكل رقم ١٣) .



شكل رقم (١٣) يوضح أماكن وضع الزرجينات فى السيور المعدنية عن (بيشار ١٩٩٠)

وفى حالة المبانى الأثرية التى توجد بها شروخ وتشققات خطيرة أو تحمل أسطح جدرانها عناصر زخرفية منحوتة فى الحجر ويخشى سقوطها أو تلفها فيراعى وضع مساند خشبية بين السيور المعدنية والجدران حتى لا تتسبب هذه السيور فى تلف أسطح الجدران اذا ماوضعت عليها مباشرة . ومن أجل الوصول إلى أقصى مستويات الأمان فى تلك المبانى يرى الخبراء استخدام أكثر من سير معدنى حتى تتوزع عليها الاجهادات بدلا من تركيز الاجهادات على سير معدنى واحد[١] (شكل رقم ١٤) .

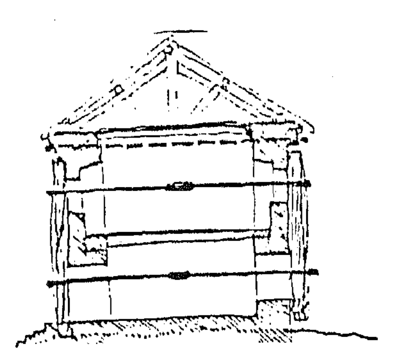


مساند خشب بين المبانى والسيور

شكل رقم (١٤) يوضح وضع مساند خشبية بين السيور المعدنية وجدران المبانى الأثرية (بيشار ١٩٩٠)

علاج الجدران ومابها من فتحات ونوافذ :

تتعرض بعض الجدران للانبعاج وعدم الاتزان نتيجة تعرضها للهزات الارضية أو هبوط مستوى التربة ولعلاج هذه الظاهرة تدعم الجدران بالشدات العرضية الخشبية والمعدنية (شكل رقم ١٥) ويراعى وضع هذه الشدات على محاور تماثل بالنسبة للعناصر المعمارية القابلية للانضغاط [١] .

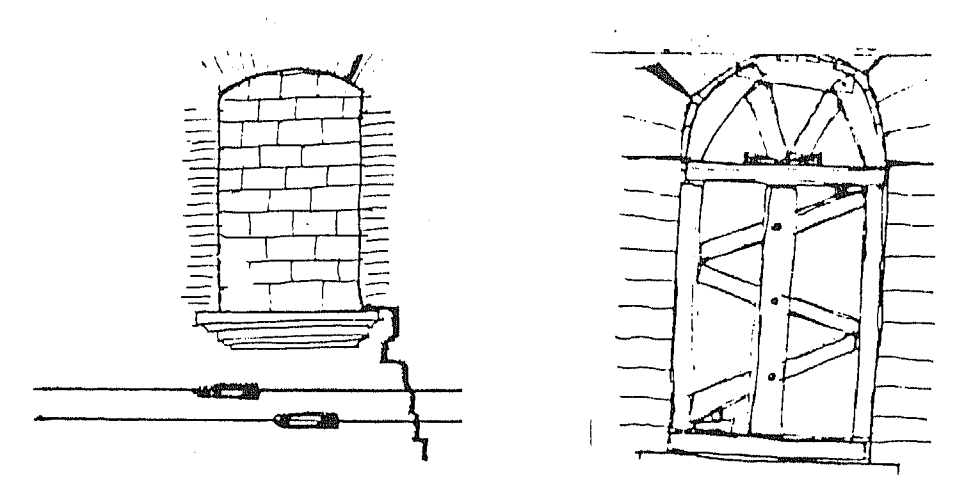


شكل (١٥) يوضح وضع الشدات العريضة الخشبية والمعدنية لتدعيم الجدران (عن بيشار ١٩٩٠)

أما أجزاء الجدران التى حدث بها ميل فيمكن تدعيمها وتقويتها باستخدام أحزمة أو روابط من الحديد الصلب غير قابل للصدا Stainless Steel Bars والتى يتم وضعها داخل الجدران حتى لاتشوه المظهر الخارجى لتلك الجدران . أما الأجزاء العلوية للجدران التى انفصلت عن سقف المبنى الاثرى نتيجة هبوط التربة فيستخدم فى علاجها طريقة الثقب الميكانيكى Mechanical باستخدام المثاقب الكهربائية التى تقوم بعمل ثقوب بين الأجزاء العلوية للجدران والاسقف ويتم وضع أحزمة معدنية من الحديد الصلب غير قابل للصدأ فى تلك الثقوب للعمل على تثبيت الجدران مع الاسقف ويفضل أن تحقن الفراغات الموجودة داخل الثقوب المحتوية على الأحزمة المعدنية بالمونات المناسبة المخلوط بالراتنجات الصناعية اللاصقة وخاصة اللواصق الايبوكسية المستخدمة فى تلك الأغراض ويراعى أن تكون هذه الاحزمة المعدنية متوازية أفقيا مع سطح التربة التى أقيم فوقها المنشأ الأثرى .

تعتبر النوافذ والفتحات الموجودة فى جدران المبانى من المنطق الضعيفة وغالبا ماتنتشر فيها الشروخ المختلفة نتيجة تعرض هذه المبانى للهزات الأرضية أو هبوط مستوى التبرة نتية تذبذب المياه الارضية بها . لذلك فان هذه الفتحات والنوافذ فى

حاجة تدعيم وتأمين لحمايتها من التشرخ والتشقق وذلك باستخدام العروق الخشبية كما يمكن سد هذه الفتحات بحائط مؤقت من الطوب الاحمر ليحن تدعيم وتقوية اساسات المبانى الأثرية (شكل رقم ١٦ ، ١٧) .



شكل رقم (١٦ ، ١٧) يوضحان تدعيم الفتحات والنوافذ عن طريق العروض الخشبية ، الحوائط المبنية بالطوب (عن بيشار ١٩٩٠)

استكمال الأجزاء الناقصة فى الجدران :

تتسبب الهزات الزلزالية أو هبوط التربة فى تهدم أجزاء من الجدران وتداعى مواد البناء المستخدمة فيها كالاحجار والطوب الاحمر ومواد المونة . ومن أجل حماية هذه الجدران من التصدع يرى المتخصصون فى مجال الترميم المعمارى ضرورة استكمال الاجزاء النقاصة فى تلك الجدران بمواد بناء جديدة جيدة فى خواصها الفيزيوكيميائية ويتبع فى وضع هذه المواد فى الاجزاء الناقصة الخطوات الآتية :

١ ـ يراعى تنظيف الأجزاء النقاصة من الأتربة ومخلفات البناء القديمة .

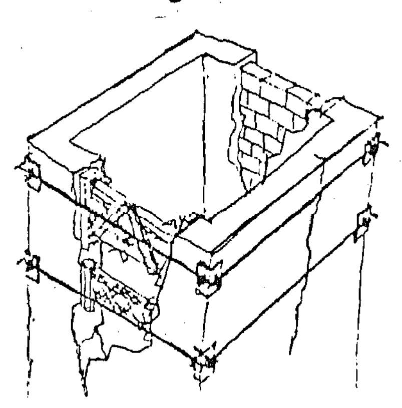
٢ ـ يراعى ترطيب الاجزاء النقاصة برزاز من الماء النقى عدة مرات حتى تتلخص من الاملاح وغيرها من المواد الضارة .

٣ ـ توضع المونة المناسبة فى أماكنها الصحيحة وبالسمك المناسب .

٤ ـ قبل وضع الاحجار والطوب الاحمر فى الاماكن المحددة لها لابد من ترطيبها بالماء حيت لا تمتص هذه المواد المياه الموجودة فى المونة فتعرضها للتشقق بعد الجفاف .

٥ ـ يراعى ربط كتل الاحجار الموضوعة فى الاركان التى تربط بين الجدران مع بعضها بروابط معدنية أومسامير من الحديد الصلب غير قابل للصدأ حتى يزداد تماكسها وارتباطها مع بعضها ولاتتعرض للتزحزح بسبب هبوط التربة أو الهزات الأرضية .

٦ ـ يمكن تدعيم الاجزاء النقاصة التى استكملت بمواد بناء جديدة بواسطة سقالات أو صلبات معدنية مناسبة (شكل ١٨) .



شكل (١٨) يوضح استكمال الأجزاء الناقصة فى الجدران وتدعيمها بالصلبات المعدنية .

(عن بيشار ١٩٩٠)

علاج القباب والمآذن :

تعتبر القباب والمآذن من العناصر المعمارية الضعيفة التى لا تستطيع مقاومة الاهتزازات الزلزالية القوية أو هبوط التربة اذ يتسبب هذين العاملين فى حدوث تشقق أو ميل أو تصدع جزئى أو كلى فى القباب والمآذن . ولهذا لابد من ملاحظة مايطرا عليها من تغيرات فى تركيبها الانشائى وتحديد خطورة هذه التغييرات وذلك باستخدام الوسائل العملية والهندسية المتبعة فى هذا الشأن وخاصة النماذج الرياضية والحاسب الآلى لتحديد مظاهر التلف المختلفة ودرجة خطورتها . وطبقا للنتائج التى يتم الحصول عليها فأن عمليات العلاج تعتمد على الخطوات الآتية :

١ ـ ملء الشقوق والفجوات بالمونات المناسبة (مونة الجبس والجير والرمل) المخلوطة بالراتنجات الصناعية المناسبة (الايبوكسيات) .

٢ ـ تخريم وربط الاجزاء التى بها شروخ خطيرة بواسطة الاحزمة المعدنية Tie Bars

or Cables المصنوعة من الحديد الصلب غير قابل للصدأ والذى يتميز بمرونته المناسبة .

٣ ـ يمكن تدعيم الأجزاء التى حدث بها ميل باستخدام الروابط الحديدية الرأسيه Verticale Steel Bars اما إذا اثبتت النماذج الرياضية أن القباب والمآذن تحتاج إلى تدعيم كلى فيمكن عمل ثقوب رأسية فى جوانب القباب والمآذن ثم يتم وضع الروابط المعدنية داخل هذه الثقوب بحرص شديد ثم تقوى هذه الروابط بالمونات المناسبة المخلوطة بالراتنجات الصناعية المناسبة .

٤ ـ يمكن ربط المآذن المليئة بالشقوق والشروخ وتدعيمها بإستخدام معاطف من الحديد الصلب الذى لا يصدأ Steel Jackets .

٥ ـ عندما يلاحظ المتخصصون أن حالات التلف قد وصلت إلى مرحلة خطيرة تهدد القباب والمآذن بالتصدع الكلى فلا مناص من فلك هذه القباب والمآذن بالطرق العلمية الهندسية واعادة بنائها مرة أخرى بنفس مواد البناء القديمة اذا كانت حالتها جيدة وتستبدل بمواد بناء جديدة جيدة فى خواصها الفيزيوكيميائية اذا كانت مواد البناء القديمة قد تعرضت للتلف الشديد ولاتستطيع أن تبقى فترة طويلة من الوقت فى حالة جيدة .

٦ ـ اتبع الخبراء الايطاليون طريقة جديدة فى تدعيم أبراج بعض الكنائس التى تعرضت للهزات الزلزالية وذلك باقامة جدران من الطوب الاحمر أوالحجر الجيرى ملاصقة لتلك الابراج وقواعدها مثبتة فى التربة التى أقيمت فوقها الكنائس(١٥) .

فك العناصر المعمارية الآيلة للسقوط :

عندما يلاحظ المرممون المعماريون أن هناك بعض العناصر المعمارية كالجدران والعقود .. الخ آيلة للسقوط نتيجة تأثرها بالهزات الزلزالية القوية فانهم يلجأ إلى فك هذه العناصر ويتبعون فى ذلك الخطوات الآتية :

١ ـ قبل فك هذه العناصر لابد من تصويرها فوتو غرافيا وبأجهزة الفيديو .

٢ ـ تسجيل هذه العناصر تسجيلا هندسيا وتوقيع مظاهر التلف على الرسم المختلفة .

٣ ـ ترقيم كتل الأحجار المستخدمة فى الجدران أو العقود حسب أماكن وجودها حتى يمكن التعرف على اماكنها الصحيحة أثناء اعادة بناء الجدران والعقود .

العلاج الكيميائى :

لايجب أن يكتفى بالعلاج الهندسى أو الترميم المعمارى لمواد البناء المستخدمة

فى المبانى الأثرية التى تأثرت بالهزات الزلزالية أو بسبب هبوط التربة دائما يجب أن تعالج هذه المواد باستخدام الراتنجات الصناعية (الاكريلات أو السيليكونات) التى تعمل على تقوية البنية الداخلية الضعيفة لمواد البناء التى تعرضت لعوامل التلف المختلفة وأصبحت بمرور الوقت مواد هشة فاقدة التماسك .

أن المبانى الأثرية بمدينة القاهرة تتعرض للتلف من جراء التأثيرات الضارة لعوامل وقوى التلف المختلفة وخاصة المياه الأرضية والتلوث الجوى لذلك لم تستطع عناصرها المعمارية المختلفة ومواد البناءالمستخدمة فيها مقاومة زلزال ١٢ اكتوبر ١٩٩٢ .

ومن المعروف أن مستوى المياه الأرضية يعتبر قريبا من معظم أساسات المبانى الأثرية فى مدينة القاهرة اذ تقع هذه المياة على عمق متر أو متر ونصف من تلك الاساسات كما أن مستوى هذه المياه وصل فى بعض المبانى الأثرية إلى أرضية أفنيتها كما هو الحال فى مسجد قجماس الحاجب وقد تسببت المياه الارضية فى تلف بعض المكونات المعدنية التى تدخل فى تكوين الحجر الجيرى أو المونات المستخدمة فى هذه المبانى . كما أن الاملاح الذائبة فى تلك المياه تنتقل إلى داخل مواد البناء وتتبلور فى أجزائها المختلفة حيث يترتب على تبلورها تلف التركيب الفيزيائى للأحجار .

ولاشك أن المياه الأرضية التى تتسرب داخل الاحجار تحول هذه الأحجار إلى وسط ملائم لنمو الكائنات الحية الدقيقة التى تفرز كميات مختلفة من الاحماض العضوية مثل حمض الكبريتيك وحمض الكربونيك وحمض الاكزاليك ويغرها من الأحماض وهذه الاحماض تتفاعل مع مادة كربونات الكالسيوم التى تعتبر المعدن الأساسى فى الحجر الجيرى وتحولها إلى املاح فمثلا حمض الكبريتيك يحولها إلى ملح كبريتات الكالسيوم (الجبس) وحمض الكربونيك يحولها إلى ملح بيكربونات الكالسيوم وحمض الاكزاليك يحولها إلى ملح اكزالات الكالسيوم .

وتعتبر معدلات التلوث الجوى من المعدلات المرتفعة فى اجواء مدينة القاهرة وخاصة التى توجد بها المبانى الاثرية الاسلامية كمنطقة الجمالية وشارع المعز وشارع الازهر ومنطقة باب زويلة نتيجة ازدحامها بالسيارات التى تدفع كميات هائلة من الملوثات الغازية والصلبة والسائلة وتمثل الملوثات الغازية أخطر أنواع الملوثات وخاصة غاز ثانى أكسيد الكبريت الذى يتحد بذرة من الاكسوجين ويتحول إلى غاز ثالث اكسيد الكبريت وهذا الغاز يتحول إلى حمض الكبريتيك الذى يتسبب فى تلف الاحجار الكربوناتية (الحجر الجيرى والرخام) وكذلك المونات التى تحتوى على مادة كربونات الكالسيوم حيث أن هذه المادة الأخيرة تتحول إلى ملح كبريتات

الكالسيوم عندما تتفاعل مع حمض الكبريتيك .

كما تعرضت المبانى الأثرية الاسلامية بمدينة القاهرة للتلف الشديد نتيجة اساءة استخدامها وتحويل بعضها إلى منشآت صناعية أو تجارية أوتعليمية أو سكنية فقدت كثيرا من عناصرها المعمارية والزخرفية .

ولاشك أن المبانى الأثرية التى تعرضت عناصرها المعمارية والزخرفية للتلف جزئيا أو كليا من جراء عوامل وقوى التلف المختلفة تكون أقل قدرة فى مقاومة الهزات الزلزالية من المبانى الأثرية التى لم تتعرض لعوامل وقوى تلف خطيرة كتلك التى سبق الاشارة اليها .

النتائج :

١ ـ تعتبر الزلازل من الظواهر الطبيعية التى تتسبب فى تلف المبانى الأثرية وتؤدى إلى تصدع بعض عناصرها المعمارية كليا أو جزئيا وهذا يتوقف على شدة هذه الزلازل ومدة حدوث الهزات الارضية .

٢ ـ تكمن خطورة الزلازل فى مفاجأتها للمبانى الأثرية دون سابق انذار فانه يجب الاهتمام بعلاج وصيانة هذه المبانى من عوامل وقوى التلف الأخرى التى تتسبب فى تلف مواد بنائها وتحولها إلى مواد فاقدة التماسك حتى تستطيع مقاومة الهزات الأرضية .

٣ ـ ينشأ عن الزلازل القوية شروخ وتشققات فى العناصر المعمارية وتتوقف خطورتها على عمقها واتساعها وطريقة بناء العنصر المعمارى فالشقوق والشروخ العميقة الموجودة فى الأعمدة والدعامات الحاملة تعتبر من الشروخ والشقوق الخطيرة التى تعرض هذه الأعمدة والدعامات للتصدع الجزئى أو الانهيار الكلى ويترتب على ذلك تصدع الاسقف والقباب والمآذن جزئيا أو كليا .

٤ ـ يعتبر هبوط التربة نتيجة الهزات الأرضية من علامات الانذار التى تؤكد أن المبانى الأثرية قد وصلت إلى مرحلة خطيرة من التلف فلابد من علاج وتثبيت طبقات التربة حتى لاتتعرض العناصر المعمارية للتشقق أو التصدع .

٥ ـ تعتبر النوافذ والفتحات الموجودة فى جدران المبانى الأثرية من مناطق الضعف التى لا تتحمل الضغوط والاحمال ولهذا يجب الاهتمام بعلاج وتدعيم وتقوية هذه النواف والفتحات وملاحظة ماينشأ فيها من شروخ وتشققات وعلاجها طبقا للأسس والقواعد العلمية .

٦ ـ ثبت أن المبانى الأثرية التى استخدم فى انشائها مواد بناء مختلفة فى خواصها الفيزيوكيميائية كالأحجار والطوب الاحمر والاخشاب والمونات المختلفة تعتبر أقل قدرة على مقاومة الهزات الأرضية من المبانى المشيدة من مواد بناء متجانسة فى خواصها الفيزيوكيميائية .

٧ ـ إن التلوث الجوى وتذبذب مستوى المياه الأرضية فى التربة الحاملة للمنشآت الاثرية بالقاهرة وكذلك الكائنات الحية الدقيقة تعتبر من العوامل والقوى التى تسببت فى تلف مواد البناء المستخدمة فى تلك المبانى . كما أن سوء استخدام هذه المبانى قد ترتب عليه مزيد من التلف فى عناصرها المعمارية والزخرفية ولكل هذه الأسباب لم تستطع كثير من المبانى الأثرية الاسلامية بالقاهرة مقاومة تأثير الهزات الأرضية لزلزال ١٢ أكتوبر ١٩٩٢ .

التوصيات :

(١) لابد من المتابعة الدورية للمبانى الأثرية بالقاهرة وعلاج مظاهر التلف المختلفة الناشئة عن التفاعل الفيزيوكيميائى بين مواد البناء المستخدمة فى تلك المبانى وعوامل التلف فى الوسط المحيط كالتلوث الجوى والمياه الأرضية والكائنات الحية الدقيقة .

(٢) لابد من احلاء المبانى الأثرية من الانشطة التجارية أو الصناعية أوالتعليمية أوالمعيشية لأنها تتسبب فى تلف عناصرها المعمارية والزخرفية وتجعلها غير قادرة على مقاومة التأثيرات الضارة للهزات الأرضية .

(٣) وضع أجهزة السيزوجراف لقياس الزلازل وشدة الهزات الأرضية فى المواقع الأثرية المختلفة بمدينة القاهرة للحكم على مدى خطورة هذه الزلازل على المبانى الأثرية بمدينة القاهرة .

(٤) تدريس علم الزلازل لطلاب قسم ترميم الآثار ـ بكلية الآثار ـ جامعة القاهرة وطلاب قسم العمارة بكليات الهندسة حتى يتعرف هؤلاء الطلاب على خطورة الزلازل على المبانى الأثرية بالاضافة إلى تدريس الطرق العلمية الهندسية والكيميائية المتبعة فى علاج وصيانة وتدعيم وتقوية العناصر المعمارية والزخرفية التى تعرضت للتلف من جراء الهزات الأرضية .

(٥) عقد المؤتمرات الدولية والمحلية المتخصصة فى تأثير الزلازل على المبانى الأثرية ودعوة المتخصصين فى هذا الميدان للاستفادة من خبراتهم فى علاج وصيانة هذه المبانى من التأثيرات الضارة للهزات الزلزالية .

المراجع العربية والأجنبية

أولاً : المراجع العربية والمترجمة إلى العربية :

بيير بيشار : ترجمة على غالب وهبة النشوقاتى : الآثار والزلازل ، سلسلة الثقافة الأثرية والتاريخية ، هيئة الآثار المصرية ، العدد ١٩ ، سنة ١٩٩٠ .

سيمونز . ج . ترجمة السيد محمد عثمان : البيئة والإنسان عبر العصور ، سلسلة عالم المعرفة ، المجلس الوطنى للثقافة والفنون والآداب بالكويت ، العدد ٢٢٢ سنة ١٩٩٧ .

شاهر جمال أغا الزلازل : حقيقتها وآثارها ، سلسلة عالم المعرفة ، المجلس الوطنى للثقافة والفنون والآداب بالكويت ، العدد ٢٠٠ سنة ١٩٩٥ .

فهيم حسين ثابت : مبادئ ميكانيكا التربة وهندسة الأساسات (الجزء الأول) ، الناشر مطبعة سيد محمود على ، القاهرة ، ١٩٧١ .

فخرى موسى وآخرون · الجيولوجيا الهندسية ، دار المعارف بمصر ، ١٩٨٥ .

محمد عبد الهادى : تراث البشرية مهدد بالضياع ، مجلة العلم ، أكاديمية البحث العلمى ، ج. م. ع ـ عدد أغسطس ١٩٩١ .

محمد عبد الهادى وآخرون : التربة مصدر من مصادر تلف المبانى الأثرية بمدينة القاهرة ـ مجلة كلية الآثار ـ العدد السابع ، ١٩٩٦ .

محسن محمد صالح : دراسة تأثير التربة على تلف المبانى الأثرية بمدينة القاهرة . مخطوطة رسالة ماجستير غير منشورة ـ مكتبة كلية الآثار ـ جامعة القاهرة ، ١٩٩٦ .

مصطفى محمود سليمان : الزلزال ، سلسلة الألف كتاب الثانى ، عدد ٢٣٩ ، الهيئة العامة للكتاب ، ١٩٩٣ .

ميشيل خورى وعبد المجيد حريرى : تكتونيك منطقة شرق المتوسط والتكتونيك الزلزالى فى سوريا . حلقة المناقشة الاقليمية عن الانشطة الزلزالية ، أكاديمية البحث العلمى ، ج. م. ع. ، ٢ ـ ٤ نوفمبر ١٩٩١ .

ثانيا : المراجع الأجنبية :

Abd El Gawad, A. A. " Stuctural aspects of damage to Islamic buildings ", American University Press, Cairo, pp. 126 - 142 .

Abd El Hady, M. M. " Grounwater and the deterioration of Islamic buildings in Cairo ", American University Press in Cairo, 1995 .

Balderrama, A. A. " Earthquake damage to historic masonry structres " , Conservation of Building and Decorative Stones, Vol. 2, Butteiworth, Washington, 1990.

Beckmann, P. " Introduction ti the problem of cracks, movements, and joints in buildings. DBR, Building Science Seminar, Canada, 1972 .

Bekheet, A. F. " Stuctural considerations in the restoration of Islamic monuments in Cairo" Thr Aran Contractors Tiaining Institute Symposium on Piotection and Restoration of Islamic monuments, 3 - 5 May 1993 , Cairo, pp. 2 - 22 .

Bolt, B. A. " Nuclear explosions and earthquaches " San Francisco, 1976 .

Croci, G. " New and ancient techniues for the study and restoration of monuments , " proceedings of the Egyptian - Italian Seminar on Geosciences and Archaeology in the Medit. Countries, Cairo, November 28 - 30 L1993, pp. 267 - 285 .

Duckworth, G. " Land, Air, and Ocean " , 2nd ed . 1965, p. 186.

Feilden, B. " Between two Earthquakes " UNESCO, 1980 .

Look, D. W. " The preservation and reteofit of Islamic monuments in Cairo after Earthquake of 12 October 1992 ", American University in Cairo 1995, pp. : 80 - 90 .

Moran, T. " Strengthening Earthquake - damaged structures " UNESCO, Paris, 1978 .

Mutter, J. C. " Floor spreading ", Science , Vol. 285, November 1992, pp 1442 - 1445 .

Reobertson , J. and Potter, F. " Geology " , 2 nd ed. Mac DONALD and EVANSLTD, 18=978, pp. 110 - 119 .

Sharpe, C. S. " Landslids and related Phenomena ", Columbia Geomorph Studies No. 11, 1938 .

Terraghi, K. " Soil mechanics in building construction " Berlin, 1961 .

Yoshio, F.: " Seismic Tomogram of the Earth " , Geodyn . impl . Science, Vol. 285 October 1992 pp. 623 - 630 .

Yousri, K. Metals " Performance of Structures during Oct. 12 , 1992 Cairo Earthquake, TMS Journal, 1994 .

Zomazevic, M. Eals " A seismic stregthing of historical stone masonry buildings, TMS Journal, 1994 .

الباب الثامن : ويتضمن دراسة وافية تتسم بالنظرية الشمولية عن تأثير الهزات الزلزالية على المبانى الأثرية إنطلاقا من الآثار الضارة والمدمرة التى أحدثها زلزال أكتوبر ١٩٩٢ الذى تتسبب فى تصدع وانهيار كثير من العناصر المعمارية والزخرفية التى تتكون منها المنشآت القبطية والإسلامية بالقاهرة .

وتعتبر هذه الدراسة من أولى الدراسات العلمية فى هذا المضمار الذى يحتاج إلى مزيد من الدراسات العلمية المكثفة التى توضح أخطار الهزات الأرضية على المبانى الأثرية خاصة وأن هذه الهزات تتسم بالديموقه ولا إنقطاع لها فهى تعد من الكوارث الطبيعية التى تهدد البيئة والحضارة الإنسانية فى شتى أنحاء العالم وخطورتها تكمن فى قوتها كما أنها تهاجم المنشآت فجأة وبذلك تقضى على عنصر الاتزان بين المنشآت والتربة الأمر الذى ينتهى فى النهاية إلى حدوث أضرار متفاوتة فى خطورتها وهناك عدة عوامل تتحكم فى حدة هذه الخطورة منها طبيعة المنشآت الأثرية وخصائصها الإنشائية وعلاقتها مع التربة وقوة الزلازل

الدكتور

محمد عبد الهادى

الأستاذ الدكتور / محمد عبد الهادى
أستاذ ترميم وصيانة الآثار بقسم ترميم الآثار
كلية الآثار ـ جامعة القاهرة
وعميد معهد ترميم الآثار بالأقصر



مطبعة العمرانية للأوفست
الجيزة - ت : ٥٨١٧٥٥٠



صورة الغلاف : تمثال الإمير خع ـ ام ـ واست
ابن ملك مصر العظيم رمسيس الثانى
الذي قام هو ووالده بإعمال ترميم
خالده لذلك سمى ب (ابو الترميم)
على مر التاريخ .

الناشر

مكتبة زهراء الشرق

١١٦ شارع محمد فريد القاهرة ت/ ٣٩٢٩١٩٢